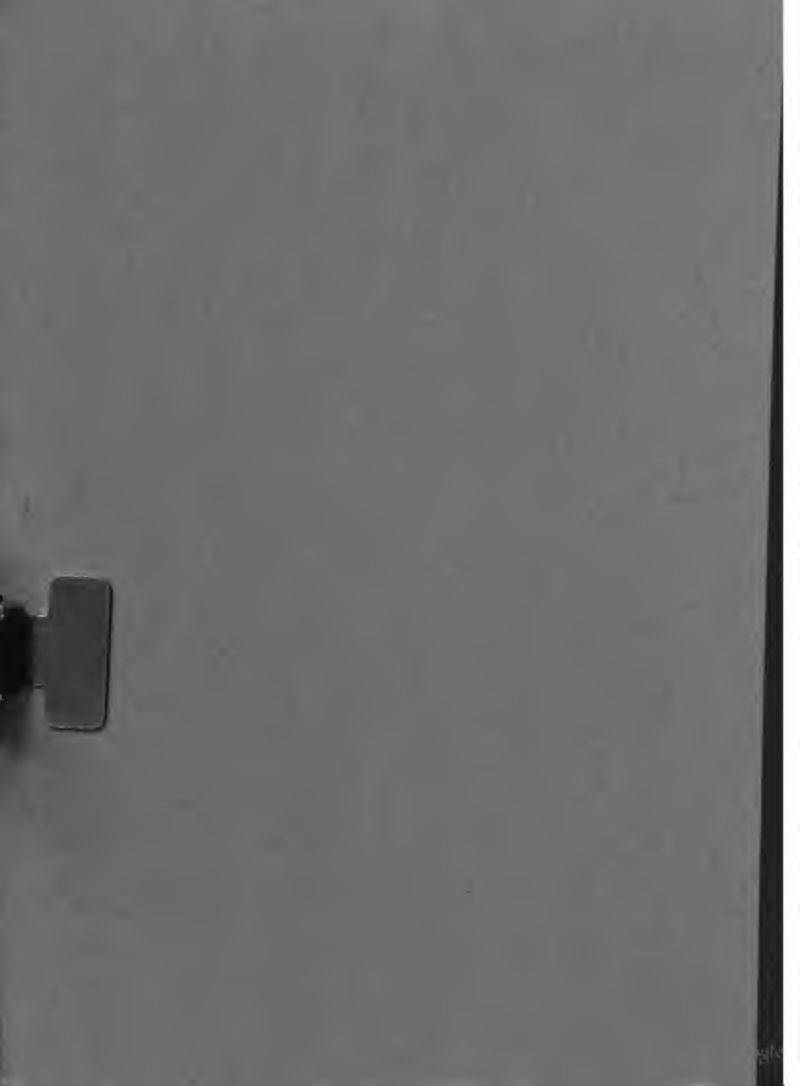
DIE TIERWELT DER HOCHGEBIRGSSEEN

Friedrich Zschokke


Digitized by Google





THE LIBRARY
OF
THE UNIVERSITY
OF CALIFORNIA

PRESENTED BY
PROF. CHARLES A. KOFOID AND
MRS. PRUDENCE W. KOFOID



Die
Tierwelt der Hochgebirgsseen

Von

Dr. F. Zschokke.

Professor der Zoologie und vergl. Anatomie an der Universität Basel.

Mit acht Tafeln und vier Karten

Preisgekrönt von der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft, am 31. Juli 1899, in Neuenburg.

[illegible] den Denkschriften der Schweiz. naturforschenden Gesellschaft. Band XXXVII. 1900.

Auf Kosten der Gesellschaft und mit Subvention des Bundes
gedruckt von Zürcher & Furrer in Zürich.
Kommissions-Verlag von Georg & Co. in Basel, Genève und Lyon.
1900.



Die
Tierwelt der Hochgebirgsseen

Von

Dr. F. Zschokke.

Professor der Zoologie und vergl. Anatomie an der Universität Basel.

Mit acht Tafeln und vier Karten.

Preisgekrönt von der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft, am 31. Juli 1899, in Neuenburg.

Auf Kosten der Gesellschaft und mit Subvention des Bundes
gedruckt von Zürcher & Furrer in Zürich.
Kommissions-Verlag von Georg & Co. in Basel, Genève und Lyon.
1900.

Digitized by Google

Digitized by Google

John Lubbock,

Lord Avebury,

dem grossen Forscher und dem warmen Freund des Hochgebirgs

in

dankbarer Verehrung

hochachtungsvoll gewidmet

vom

Verfasser.

M366305

Digitized by Google

Inhalt.

Seite

Vorwort.

I. Einleitende Kapitel.

1. Die äusseren Bedingungen der Hochgebirgsseen 1
2. Die Winterfauna hochalpiner Seen 40

II. Spezielle Besprechung einzelner Tiergruppen.

1. Rhizopoda 52
2. Flagellata 60
3. Ciliata 69
4. Halichondrinae 73
5. Hydridae 74
6. Turbellaria 77
   a) Rhabdocoelidea 77
   b) Tricladidea 82
7. Nemertini 87
8. Nematodes 87
9. Rotatoria 92
10. Chaetonotinae 109
11. Oligochaetae 109
12. Hirudinei 113
13. Bryozoa 115
14. Ostracoda 120
15. Centropagidae 123
16. Cyclopidae 138
17. Harpacticidae 153
18. Cladocera 155
19. Branchiopoda 188
20. Amphipoda 189
21. Isopoda 191

Digitized by Google

	Seite
22. Tardigrada	191
23. Acarina	193
24. Rhynchota	207
25. Collembola	210
26. Trichoptera	211
27. Neuroptera	215
28. Orthoptera	216
29. Diptera	218
30. Coleoptera	222
31. Mollusca (Allgemeine Vertretung und Verbreitung im Gebirge)	235
32. Lamellibranchiata	243
33. Gastropoda	252
34. Pisces	264
35. Amphibia	270
III. Allgemeine Kapitel.	
1. Die Litoralfauna der Hochgebirgsseen	282
2. Die Tiefenfauna der Hochgebirgsseen	288
3. Tiefseetiere als Uferbewohner der Hochgebirgsseen	291
4. Das Plankton der Hochgebirgsseen	294
5. Die Tierwelt der Hochgebirgsbäche	312
6. Die allgemeine Verteilung der Tierwelt in Hochgebirgsseen	330
7. Zusammensetzung und Ursprung der Fauna von Hochgebirgsseen	361
Zusammenfassung	377
Nachträge	381
Literaturverzeichnis	382

Digitized by Google

Vorwort.

Die vorliegende Arbeit möchte ein Bild entwerfen über die Zusammensetzung, Verteilung und Herkunft der Fauna hochgelegener Gebirgsgewässer, sowie über den Bau und die Lebensweise ihrer Vertreter. Es liegen ihr zum grösseren Teil eigene Beobachtungen zu Grunde, die ich, begleitet von meinen Schülern, Studenten der Universität Basel, auf zahlreichen Exkursionen zu den verschiedensten Jahreszeiten im Hochgebirge sammelte.

So bilden denn die folgenden Blätter auch eine dauernde Erinnerung an gemeinsame Arbeit und gemeinsame Erholung und mögen eingeleitet werden durch frohes Gedenken an meine Freunde und Begleiter. Die Ausflüge in die Hochalpen sind zu einer Quelle lebendigster Anregung für Lehrer wie Schüler geworden.

Bei der Bestimmung des gesammelten Materials fand ich die Unterstützung einer Reihe von Spezialisten. Mein Dank gebührt besonders den Herren A. Kaufmann in Bern, F. Könike in Bremen, A. Poppe in Vegesack, F. Ris in Rheinau, O. Schmeil in Magdeburg, E. Schmidt in Gross-Lichterfelde, H. Simroth in Leipzig und F. Vejdovsky in Prag.

Ueber meine faunistischen Untersuchungen im Rhätikon und im Gebiet des Grossen St. Bernhard sind einige orientierende Arbeiten bereits früher erschienen; das Material aus dem Rhätikon und aus Tirol hat den HH. O. Schmeil, W. F. Zopf und F. Könike Anlass zu Publikationen geboten. Th. Stingelin beschrieb im St. Bernhardgebiet gesammelte Daphniden. Die Titel aller Abhandlungen finden sich im allgemeinen Literaturverzeichnis.

Von der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft wurde die vorliegende Arbeit an der Jahresversammlung von Neuenburg, am 31. Juli 1899, mit dem doppelten Schläflipreis ausgezeichnet.

Digitized by Google

I. Einleitende Kapitel.

1. Die äusseren Bedingungen der Hochgebirgsseen.

(Siehe die beigegebenen Karten und Abbildungen.)

Zahl der Gebirgsseen. Die Zahl der in den Hochgebirgen, und speziell in den Alpen, ausgestreuten Wasserbecken ist eine sehr bedeutende. Einzig für den Kanton Graubünden nennt Lorenz, nach einer Zusammenstellung von Ingenieur Wildberger, 615 Seen, die sich auf folgende Flussgebiete verteilen:

Rhein	364 Seen
Inn	168 „
Po	73 „
Etsch	10 „

Lage und Dimensionen. Am tiefsten liegt der kleine, austrocknende See von Bonaduz, 660 m, am höchsten derjenige an der Fuorcla da Flex, 3050 m. Von allen diesen Wasserbecken überschreiten nur 11 ein Flächenmass von zehn Hektaren.

Zu Lorenz's Angaben bilden diejenigen Imhofs eine Ergänzung. Er teilt Graubünden 590 Seen zu, die in folgenden Regionen liegen:

Untere Waldregion,	650—1200 m,	**15 Seen**
Obere Waldregion,	1200—1700 m,	**28** „
Alpine Region,	1700—2300 m,	**200** „
Subnivale Region,	2300—2700 m,	**310** „
Nivale Region,	2700—4000 m,	**37** „

Etwas ausführlicher stellen sich die Verhältnisse in der folgenden Tabelle dar.

Seen des Kantons Graubünden.

600—1500 Meter	**23 Seen**
1500—1600 „	**11** „
1600—1700 „	**9** „
1700—1800 „	**10** „
1800—1900 „	**27** „
1900—2000 „	**29** „
2000—2100 „	**45** „

Digitized by Google

2100—2200	Meter	**42**	**Seen**
2200—2300	"	**47**	"
2300—2400	"	**76**	"
2400—2500	"	**82**	"
2500—2600	"	**80**	"
2600—2700	"	**72**	"
2700—2800	"	**9**	"
2800—2900	"	**1**	"

Es liegen ⅘ aller Wasserbecken — 444 — in der Höhe von 2000—2700 m.

In den folgenden faunistischen und biologischen Erörterungen soll vorzugsweise die Tierwelt von Seen, die über 1500 m Höhe liegen, berücksichtigt werden. Diesen Wasserbecken gilt denn auch zunächst die in den nächsten Seiten gegebene nähere Beschreibung. Tieferliegende Seen und ihre Bewohner werden nur vorübergehend und zum Zwecke der Vergleichung herangezogen werden. Eine Reihe von Hochseen aus Graubünden und Wallis — Gebiet des Rhätikon, des St. Bernhard, Muttsee, Arosasee u. a. — kennt der Verfasser aus eigenem, wiederholtem Besuch.

Eine Tabelle mag über Höhenlage, Fläche und Tiefe einer Reihe von Alpenseen orientieren, um die weitgezogenen Grenzen zu zeigen, die diesen Verhältnissen gelegt sind. Es sind in das Verzeichnis nur Seen von über 1500 m Höhenlage aufgenommen worden.

See	Höhe m	Tiefe m	Fläche km²	
Unterer Seewenalpsee	1621	2	—	St. Gallen
Mittlerer Seewenalpsee	1622	10,7	—	
Oberer Seewenalpsee	1624	2,6	—	
Unterer Murgsee	1673	9	—	
Mittlerer Murgsee	1815	13,5	—	
Oberer Murgsee	1825	23	—	
Viltersersee	1902	3	—	
Wangsersee	2200	6,3	—	
Schottensee	2342	16,4	—	
Schwarzsee	2381	14,3	—	
Wildsee	2436	26	—	
Lac de Chavonnes	1696	28	0,05	Waadt
Silser See	1796	71	4,14	Graubünden
Silvaplaner See	1794	77	2,65	
St. Moritzer See	1771	44	0,78	
Campfer See	1794	34	0,55	
Lej Sgrischus	2640	6,55	0,07	

Digitized by Google

See	Höhe m	Tiefe m	Fläche km²	
Suvretta	2610	—	0,022	
Juliersee, grosser	2270	—	0,015	
Juliersee, kleiner	2263	—	0,005	
Juliersee nördlich Piz Pulasching	2320	—	0,002	
Juliersee südlich Piz Pulasching	2650	—	0,01	
Statzersee	1812	5	0,035	
Lej Nair (Campfer)	1860	—	0,01	
Lej Marsch	1810	—	0,013	
Lej bei Crestalta	1820	—	0,003	
Lej Falcun	2159	—	0,005	
Lago nero Bernina	2222	—	0,08	
Lej pitschen Bernina	2220	—	0,012	
Lej nair Tarasp	1550	—	0,008	
Lago della Crocetta	2309	10	0,035	
Lago bianco	2230	47	0,95	
Lago della Scala	2230	16	0,06	
Lago Compascio	1940	—	0,06	
Cavlocciosee	1908	25	0,11	
Lago d'Osso (Bernhardin)	1646	—	0,016	Graubünden
Lago di Moësola (Bernhardin)	2060	17,5	0,06	
Lej da Rims	2392	—	0,145	
Schwarzsee Laret	1507	5,8	0,022	
Unterer Arosasee	1700	17	0,025	
Oberer Arosasee	1740	15	0,075	
Schwellisee	1919	—	0,042	
Mortèl dilg Crapalv	2335	—	0,025	
Weissensteinseen-Albula	2030–2060	—	0,002–0,003	
Schwarzsee-Flüela	2388	2,98	—	
Palpuogniasee	1910	—	0,035	
Davosersee	1562	53,5	0,530	
Valbellasee	1542	—	0,003	
Gravasalvas	2378	—	0,04	
Flex Lej alv I	1940	—	0,006	
Flex Lej alv II	1930	—	0,006	
Lej dilgs Mortèrs I	2380	—	0,002	
Lej dilgs Mortèrs II	2180	—	0,014	
Crap radond I	2350	—	0,006	

Digitized by Google

See	Höhe m	Tiefe m	Fläche km²	
Crap radond II	2350	—	0,002	Graubünden
Lej Nasseil am Piz Michel	1880	—	0,003	
Lej da Tigiel am Tinzenhorn	2480	—	0,025	
Innerer Splügensee	2273	—	0,035	
Oberer Splügensee	2270	14,4	0,06	
Unterer Splügensee	2196	5,6	0,045	
Lej da Vons	1960	—	0,040	
Lej Lung	1860	—	0,030	
Tomasee	2344	—	0,020	
Alp Laus ob Surrhein	1600	—	0,010	
Lago d'Emet	2143	15	0,108	
See auf Band ob Cresta	2580	—	0,01	
Unterer See im Val Duana	2450		0,05	
Partnunsee	1874	20	0,04	Rhätikon
Tilisunasee	2102	15	—	
Garschinasee	2189	5	0,007	
Lünersee	1943	102	1,40	
Gafiensee	2313	2—3		
Todtalpsee	2340	2—3	—	
Ritomsee	1829	60	—	Tessin
Lago Tom	2023	5	0,001	
Pizzo Columbe	2375	5	—	
Punta nera	2456	2—3	—	
Oeschinensee	1588	62	1,14	Bern
Engstlensee	1852	—	0,44	
Märjelensee	2367	50	0,452	Wallis

Von 80 in der vorstehenden Tabelle aufgeführten Seen, die zwischen 1542 und 2640 m Höhe liegen, scheinen nur wenige einen bedeutenderen Umfang zu erreichen. Nur vier messen mehr als 1 km² Fläche; acht weitere stehen zwischen 1 und 0,1 km²; alle anderen sind von geringerem Umfang. In 42 Fällen konnte die Tiefe der Wasserbecken in Erfahrung gebracht werden; sie schwankt zwischen den ziemlich extremen Zahlen von 2 und 102 m. Tiefer als 40 m sind zehn der genannten Seen; 15 weitere stehen zwischen 10 und 40 m, die Tiefe der übrigen erreicht 10 m nicht.

Schwankendes, wenn auch im allgemeinen geringes Flächenmass und recht verschiedene Tiefen zeichnen die Hochalpenseen aus.

Aehnliche Verhältnisse herrschen in den Wasserbecken anderer Hochgebirge.

Wierzejski fand für 19 Seen der Hohen Tátra, in der Höhenlage von 1516 bis

Digitized by Google

1966 m, Tiefen von 2—78 m und Flächen von 0,21—19,9 ha. Die meisten der besuchten 21 Wasserbecken aber waren von geringem Umfang; nur zehn massen mehr als 5 ha.

Von Dadays Untersuchungen an Tátraseen besagen dasselbe. Der ungarische Forscher berichtet über 18 Wasserbecken von 1356—2019 m Höhe, die mit kaum nennenswerter Tiefe und unbedeutendem Umfang beginnend bis zu 77 m Tiefe und 32 ha Fläche gingen.

Ueber einige Hochgebirgseen der Pyrenäen liefern de Guerne und Richard folgende Aufschlüsse:

	m	m
Lac Aubert	2160 Höhe	14 Tiefe
„ Aumar	2215	14
„ Caïllaous	2165	101
„ Cap de Long	2120	?
„ Estom	1782	18
„ Lostallat	2172	8
„ Oó	1500	67
„ Orédon	1869	54

Endlich füge ich eine Zusammenstellung über die Hochgebirgsseen Frankreichs bei, die den interessanten Angaben Delebecques entnommen ist. Die Zahlen beziehen sich auf Wasserbecken der Alpen und Pyrenäen und bestätigen das im allgemeinen bereits gewonnene Bild über die Dimensionen hochgelegener Seen.

Hochgebirgsseen Frankreichs über 1500 Meter.

I. Alpen.

Name	Höhenlage m	Tiefe m	Fläche ha	
1. Lac Charvin	2000			Rhonebassin No. 1
2. Lac Cornu	2275			Arvebassin
3. Lac du Brévent	2126			No. 2—5
4. Lac d'Anterne	2040			
5. Lac de Vogealle	1994			
6. Lac de la Sassière	2446			Isèrebassin
7. Lac de la Girotte	1736			No. 6—31
8. Deux lacs de Chardonnet	2390			
9. Lac de Tignes	2088	37,50	32,28	
10. Lac de la Plagne	2155			
11. Lac de la Glière	2011	unt. 5	unbedeutend	
12. Lac des Vaches	2323	unt. 5	unbedeutend	
13. Lac Long	2500			
14. Lac du Loup	2100			

Digitized by Google

Name	Höhenlage m	Tiefe m	Fläche ha	
15. Lac de Cos	2182	42-45	16,38	
16. Lac Blanc	2277	11	5,15	
17. Lac Cotepen	2151	70,50	28,12	
18. Lac Carré	2141	35,50	9,67	
19. Lac de la Motte	2150	22,00	13,62	
20. Lac Noir	2100	16	1,35	
21. Lac Crop	1900			
22. Lac Blanc	2000			
23. Lac de la Grande Site	2000			
24. Lac du Grand Doménon	2400	11,50	2,46	
25. Lac du Petit Doménon	2400	27	2,25	
26. Lac Crozet	1968	37	7,78	
27. Lac Claret	2000	unt. 5	1,13	
28. Lac David	2100	1,50	1,06	
29. Lac Longet	2000	6,0	2,62	
30. Lac Merlat	2000	12,0	4,74	
31. 4 Lacs Robert	2000	5		
32. 2 Lacs Rond	2500	unt. 5	3,38	Bassin des Arc
33. Lac du Grand Ban	2470			No. 32—34
34. Lac Rond	2451			
35. Lac Blanc	2000			Bassin d.
36. Lac Tournant	bis			Romanche
37. Lac Blanc	2500			No. 35—47
38. Grand Lac				
39. Lac Jeplan	2000	unt. 5	2,05	
40. Lac de la Corne	bis	26	7,53	
41. Lac de la Sagne	2180	22	6,92	
42. Lac de Belledonne	2000			
43. Lac de Balme Rousse	2500			
44. Lac de la Fare	2500			
45. Lac Achard	2000			
46. Lac de Lovitel	1800	53-60	28,12	
47. Lac Fourchu	2000			
48. Grand Lac de Prelles	2400			Bassin d. Drac.
49. Lac de Crupillouze	2650			No. 48—49
50. Lac d'Eychauda	2300			Bas. d. Durance
51. Lac de l'Ascension	2304			No. 50—60

Digitized by Google

Name	Höhenlage m	Tiefe m	Fläche ha	
52. Lac Foréant	2418			
53. Lac du Laux de Malrif	2581			
54. Lac de Sainte Anne	2418			
55. Lac de Paroird	2046			
56. Lacs de Roure	2562 u. 2755			
57. Lacs de Chambeyron	2700-2800			
58. 2 Lacs Lauzanier	2428 u. 2304			
59. Lacs des Hommes	2400			
60. Lac d'Allos	2237	35-45	50,00	
61. Lacs de Vens				Bassin des Var
62. 2 Lacs de Tinibras	2000			No. 61–65
63. Lac Fero	bis			
64. Lac Petrus	2500			
65. Lac de Rabuons				Bassin d. Roya
66. Lac Guigal	2173			No. 66

Der in Italien, dicht an der französischen Grenze gelegene Lac du Montcenis, 1928 m, ist 34 m tief und misst 134 ha.

Einen sehr veränderlichen Wasserstand besitzen die Seen von Lovitel, Allos, Cos, Robert. Unterirdischen Abfluss verzeichnet Delebecque für folgende Becken: Lac Charvin, Lac d'Anterne, Lac Long, Lac Noir, Lac Crop, Lacs Robert, Lac Rond (Arc), Lac de Sainte Anne, Lacs de Chambeyron, Lac d'Allos, Lac de Lovitel, Lac Guigal.

II. Pyrenäen.

Name	Höhenlage m	Tiefe m	Fläche ha	
1. Lac d'Arrius	2200			Bassin des
2. 3 Lacs d'Arremoulit	2232			Gave d'Ossau
3. Lac d'Artouste	1964	85	40.0	No. 1–9
4. Lac d'Uzious	2120			
5. Lac d'Ouesque	2272			
6. Lac d'Anglas	2009			
7. Lac Gentaou	2000			
8. Lac Romassot	1812			
9. Lac d'Isabe	2000			
10. Lac d'Oncet	2238			Bassin des
11. Lac d'Aiguecluse	2422			Gave de Pau
12. Lac Négré	2100			No. 10–30

Digitized by Google

	Name	Höhenlage m	Tiefe m	Fläche ha	
13.	Lac Tracens	2100	20,50	6,68	Bassin des
14.	Lac Blanc	2100			Gave de Pau
15.	Lac d'Escoubous	2049	23,70	7,32	No. 10–30
16.	Lacs Glaire	2185			
17.	Lac de Louey-Négré	2250			
18.	Lac d'Isaby	1572			
19.	Lac de Luhos	2207			
20.	Lac de la Bernatoire	2257			
21.	Lac d'Estom-Soubiran	2326			
22.	Lac d'Estom	1782	18,00	5,68	
23.	Lac d'Estibaoude	2361			
24.	Lac de Gaube	1789	41,20	16,90	
25.	Lac d'Arratillou	2117			
26.	Lac de Cambalès	2320			
27.	Lac d'Illéou	1986			
28.	Lac de Suyen	1539			
29.	Lac de Miguelou	2267	58,20	25,85	
30.	Lac de Pouylunt	2357			
31.	12 Lacs de Caderolles	über 2000			Bassin
32.	Lac de Peyrelade	1952	27		des Adour
33.	Lac Bleu ou de Lesponne	1968	120,70	47,21	No. 31—33
34.	Lac d'Orédon	1852	31,20	43,90	Bassin der
35.	Deux lacs de Gours-Blancs	2400–2600			Neste
36.	Lac de Caïllaouas	2164	101,00	39,19	No. 34—42
37.	Lac de Pouchergues	2165			
38.	Lac de Bareilles	1500			
39.	Lac d'Aumar	2202	22,80	26,86	
40.	Lac d'Aubert	2160	44,00	34,78	
41.	Lac de Port Bieil	2261			
42.	Lac de Cap de Long	2120	56,00	38,81	
43.	4 Lacs du Port de Venasque (Höchster und Grösster Lac d'Et-Boum-del-Port)	2300	46,50	12,00	Bassin der Garonne
44.	Lac Bleu	2000			No. 43—50
45.	Lac Vert	1960			
46.	Lac du Portillon	2650			
47.	Lac glacé d'Oo	2670			
48.	Lac de Saousat	1960			

Digitized by Google

Name	Höhenlage m	Tiefe m	Fläche ha	
49. Lac d'Espingou	1875			
50. Lac d'Oo	1500	67,00	37,77	
51. Lac Garbet	1670	26,10		Bassin des
52. Lac d'Aubé	2000	45,0		Salat.
53. Lac Long	2000			No. 51—55
54. Lac Rond	2000			
55. Lac d'Araing	1880	22	23,4	
56. Lac d'en Beys	2000			Bassin der
57. 2 Lacs des Peyrisses	2000			Arriège
58. Lac de Naguille	1854	71,80	47,0	No. 56—64
59. Deux Lacs de Fontargente	2146			
60. Lac Blanc	2200			
61. Lac de Peyregrand	1840			
62. Lac Fourcat	2000			
63. Lac d'Izourt	1642			
64. 5 Lacs de Bassiès	1500	6-12		
65. Lac do Pradeilles	1955			Bassin der
66. Lac de Soubirans	2250			Sègre
67. Lac Treben	2250	15,10	4,95	No. 65—72
68. Lac d'el Casteilla	2250			
69. Lac de las Dougnes	2200			
70. Lac Long	2175	14,75	5,23	
71. Lac de l'Estallat	2150	14,40	12,61	
72. Lac Lanoux	2154	53,70	84,00	
73. Lacs de Carença	2266			Bassin der Tet.
74. Lacs de Nohèdes	2110			No. 73—74

Der Lac d'Oo stieg vom 23. zum 24. Juli 1894 um 2,30 m.

Untergrund und Umgebung. Ebenso verschieden wie Höhenlage, Fläche und Tiefe gestaltet sich die Beschaffenheit von Untergrund, Ufern und Umgebung der Hochgebirgsseen. Diese Verschiedenheiten finden in der Zusammensetzung und teilweise auch in der Lebensweise der Seefauna ihren Ausdruck.

Während manche Wasserbecken der Alpen sonnig und offen in Weiden ausgebreitet liegen, senken sich andere tief und schattig zwischen hohe Felswände ein, oder liegen in ausgedehnten, öden Trümmer- und Geröllhalden, die oft steil zum Seespiegel abfallen. Wieder andere finden ihre Begrenzung teilweise oder ganz in Schnee- und Eiswänden und nicht selten schwimmen auf der Wasserfläche abgelöste Eisblöcke.

Digitized by Google

Als Typus eines freiliegenden Hochgebirgsbeckens mag der See von Garschina im Rhätikon, 2189 m, gelten. Von Osten, Süden und Norden nur durch sanft ansteigende, niedrige Höhen begrenzt, ist der Wasserspiegel im Sommer ausgiebig der Sonne ausgesetzt. Nirgends steht in der Umgebung des Sees fester Fels an; eine dichte Pflanzendecke überzieht die sanft gerundeten, umliegenden Erhebungen. Am und im See fehlen grössere Steine. Leicht zerfallender Bündnerschiefer erzeugt für den Seegrund einen feinen, graubraunen Schlamm. Nicht unähnlich gestalten sich die Verhältnisse des Viltersersees, 1902 m (graue Hörner), und einiger prächtiger Hochalpenbecken im Gebiet des St. Bernhard (unterer See am Col de Fenètre 2420 m, unterer See auf dem Plateau de Cholaire 2425 m, unterer See von Grand Lay 2560 m).

In grünen Alpweiden, der Sonne noch verhältnismässig zugänglich, liegt auch der Rhätikonsee von Tilisuna, 2102 m. Doch reichen an manchen Stellen bereits die vom Schwarzhorn und Seekopf hinabziehenden Trümmerhalden von Casannaschiefer, Glimmerschiefer, Gneiss, Spilit-Diorit, Serpentin bis zum Wasserspiegel und auch der Untergrund des Sees besteht zum guten Teil aus grobem, eckigem Geröll dieser Gesteinsarten. Nur im Süden, wo, nach Theobald, Fucoidenschiefer an das Ufer tritt, wird der Untergrund sandig und geht der See in eine ausgedehnte Sumpffläche über. Aehnliche Bedingungen bietet der prachtvolle Lünersee, 1943 m. Doch nehmen an seiner Begrenzung ausser Trümmerhalden und Alpflächen auch mächtige, steile, im Osten und Norden direkt zum Wasser abstürzende Felswände teil. Zudem umschliesst den Spiegel ein nackter, den Niveauschwankungen ausgesetzter Strandgürtel von bedeutender Breite. Der Untergrund des Lünersees besteht zum guten Teil aus grobem Geröll, nur im Nordosten schwemmt der Hauptzufluss grössere Sandmassen an. Wechselreich und gut gegliedert sind auch die Ufer des ziemlich sonnigen Sees auf der Passhöhe des St. Bernhard, 2445 m.

Zu den eigentlichen Trümmer- und Geröllseen leitet das Wasserbecken von Partnun über, 1874 m. Es liegt in tiefem Einschnitt zwischen dem zu 2842 m sich aufschwingenden Massiv der Sulzfluh und den steil sich aufrichtenden Felsen der Scheienfluh. Auch im Norden verschliesst der Felsgrat des Partnunerjochs den Thalkessel. Die hohen Felsschranken gestatten den Sonnenstrahlen nur für kurze Zeit Zutritt zum Seebecken. Nur gegen Süden, wo eine felsige Thalschwelle von Fucoidenschiefer und eine daraufliegende Endmoräne den See begrenzt, öffnet sich der Ausblick freier. Von der Sulzfluh und Scheienfluh, d. h. von Osten und Westen, erstrecken sich gewaltige Halden von Kalktrümmern zum Wasserspiegel hinab. Besonders am Ostufer liegt ein Wirrwarr von Blöcken, von denen der grösste nach Tarnutzers Berechnung 36,000 Kubikfuss misst. Oberer Jura und Kreide bauen, wie der ebengenannte Geologe schreibt, die Gebirgsstöcke am Partnunersee auf.

Der Seeboden besteht nur teilweise aus feinem Schlamm, überall sind demselben grössere und kleinere Steinstücke beigemengt. An manchen Orten bildet Geröllmaterial den Untergrund ausschliesslich. Besonders im Osten fallen die Ufer sehr steil ab.

Digitized by Google

Noch unwirtlicher gestalten sich, nach Heuscher, die Verhältnisse am Wildsee der Grauen Hörner, 2436 m. Steil abfallende, nackte Felswände, sterile Trümmerwildnis, langsam oder gar nicht weichende Schneefelder bauen die Ufer auf, zäher Schlamm und grobes Geröll bedecken den Seegrund. Die Zahl der in vegetationslosen Trümmerhalden oder in tiefen Schutttrichtern liegenden Hochgebirgsseen ist eine höcht bedeutende. Im Rhätikon zählen hieher der Gafiensee, 2313, der Todtalpsee an der Scesaplana, 2340 m, und der mit Schneetrümmern oft jahrelang gefüllte, kleine See am Vierekerpass bei Partnun, 2316 m. Vom St. Gotthard nennt Fuhrmann als ähnliche Wasserbecken z. B. die Laghi Corrandoni, Taneda, Poncione, Pizzo dell' uomo, 2300—2400 m. Von den Seen des St. Bernhardgebiets liegen in ödem Trümmermaterial die Becken des Jardin du Valais, 2610 m, vom Plan des Dames, 2600 m, der obere See vom Plateau de Cholaire, 2498 m, und der obere See am Col de Fenêtre, 2510 m.

Als reine Moränenseen müssen gelten die zwei Seen am Ornygletscher, 2686 und 2820 m, von denen der obere den Eisrand bespült, und das bekannte Wasserbecken am Aletschgletscher, der Märjelensee, 2367 m. Der letztere liegt in einem durch den Gletscher verschlossenen Thal. Viel grossartigere Beispiele derselben Kategorie von Wasserbecken finden sich in Alaska und Britisch-Columbien. Manchmal keilen sich Seen zwischen Gletscher und Thalwand ein; noch in anderen Fällen löst sich das Seebecken vom Festland ganz los und wird rings von der Gletschermasse begrenzt. Dies ist z. B. der Fall mit dem kleinen See auf dem Gornergletscher bei Zermatt. Schnee- und Firnwände, Lawinentrümmer und schwimmende Eisblöcke gehören zum Bild zahlreicher der in letzter Linie genannten Gewässer.

Periodische Austrocknung. Zu denselben stehen in schärfstem Kontrast die unzähligen, seichten, wenig umfangreichen Weiher, Sümpfe, Tümpel, Pfützen mit schlammigem und sandigem Untergrund, welche durch die Hochalpen ausgestreut sind. Sie teilen mit manchen kleinen, kalten Geröll- und Eisseen indessen eine für Faunistik und Biologie wichtige Eigentümlichkeit, nämlich die, im Spätsommer oder Herbst, wenn die Zuflüsse versiegen, periodisch auszutrocknen, um erst im Frühjahr und Vorsommer wieder ihre Füllung zu erhalten.

So schreibt Mettier, dass ein kleines Seebecken auf Gredigs Aelpli bei Arosa, 2400 m, erst im August eisfrei werde, um schon einige Wochen später zusammenzuschrumpfen und oft ganz zu verschwinden. Genau dasselbe beobachtete ich am Vierekersee bei Partnun. Die hochgelegenen Moränenseen des Valsorey, Combingruppe, die ich am 9. August 1894 besuchen wollte, fand ich vollkommen ausgetrocknet. Aehnliches berichten Blanchard und Imhof aus ihren Untersuchungsgebieten.

Stein- und Lawinenschläge. Der Entwicklung einer reichen Fauna feindlich werden auch Steinschläge und Lawinenstürze sein, welche den hochgelegenen See heimsuchen. Ueber die Wirkung des Steinschlags am Spanneggsee, 1458 m, der in ödem Felsentrichter liegt, entwirft Heuscher ein anschauliches Bild. Er zeigt, wie der fortwährende

Digitized by Google

Trümmersturz nicht nur das Gedeihen der Pflanzenwelt am Seeufer verunmöglicht, sondern das Wasserbecken selbst in absehbarer Zeit durch vollständige Ausfüllung vernichten wird. Aehnliches meldet Delebecque von zahlreichen stehenden Gewässern der Pyrenäen. Von den drei Seen der Sulzfluh leidet unter starkem Steinschlag derjenige von Partnun; schwächer von Geröllrutschungen wird berührt der Tilisunasee, gar nicht der See von Garschina.

Lawinenstürze können kleinere Seebecken vollkommen ausfüllen, grössere entzweischneiden und stauen. Wenn ihre Schneemassen auf den gefrorenen See fallen — wie in Partnun und auch am Lünersee — wird das Datum des Eisbruchs verschoben; in das Wasser stürzend erniedrigen sie die Seetemperatur. So wird der indirekte Einfluss von Lawinen auf die Biologie der lakustrischen Lebewelt nicht ausbleiben.

Flora. Bei der Abschätzung der faunistisch-biologischen Verhältnisse von Hochgebirgsseen ist weitgehende Rücksicht auf die Ausbildung der Seeflora zu nehmen. Die Pflanzen bedingen tierisches Leben und Gedeihen in dreierlei Beziehungen. Sie bereiten organische Nahrung für den Pflanzenfresser; sie bieten, in reichen Uferbeständen sich entwickelnd, der littoralen Tierwelt Zuflucht und Schutz und festigen gleichzeitig den Untergrund, und liefern endlich bei genügender Beleuchtung Sauerstoff. Allerdings darf nicht vergessen werden, dass die Pflanzen selbst wieder Sauerstoff-Konsumenten sind. Doch scheint ihre Thätigkeit als Lieferanten von O. wenigstens in Hochgebirgsseen nicht ohne Bedeutung zu sein. Ueber 1800 m, so berechnet Boussingnault, absorbiert das Wasser wegen des verminderten Luftdrucks nur noch geringe Sauerstoffmengen. Da treten als Sauerstofflieferanten chlorophyllhaltige Pflanzen in die Lücke und ermöglichen selbst in hochgelegenen Seebecken die Existenz einer relativ reichen Fauna. Die so geschaffene Quelle von Athemluft wird hauptsächlich von grünen Algenteppichen, welche auch unter der Eisdecke vegetieren, geliefert. Sie fliesst also auch dann weiter, wenn der Hochgebirgssee während langer Zeit von der Aussenwelt abgeschlossen ist. Weith fand, dass das Wasser unter dem Eis des Zürichsees an Sauerstoff reicher war, als nachdem dasselbe durch Schütteln mit dem Sauerstoff der Luft in engste Berührung gebracht wurde.

Der Reichtum von Gebirgsseen an Wasserpflanzen hängt von zahlreichen Faktoren ab. Höhenlage, Besonnung, Temperaturverhältnisse des Wassers, Reichtum desselben an gelösten Mineralstoffen, geologische Beschaffenheit der Umgebung treten vor allem ins Spiel, um der Flora von Wasserbecken zu Wasserbecken eine sehr verschiedene qualitative und quantitative Entwicklung zu sichern. Dass auch Tiefen- und Flächenverhältnisse des Sees, Schwankungen des Wasserstandes, Dauer des Winters, Steinschlag und Geschiebezufuhr, und vieles andere dabei ein Wort mitspricht, liegt auf der Hand.

Unter günstigen Umständen steigen, nach Christ, Phanerogamen der Ebene, echte Kosmopoliten, hoch hinauf in die Alpenseen. *Potamogeton pusillus* und *P. marinus* kennt der Verfasser des „Pflanzenlebens der Schweiz“ aus dem See von Fully, 2133 m.

Digitized by Google

P. praelongus der norddeutschen Ebene gehört südlicher fast ausschliesslich alpinen Seen an. Der Melchsee beherbergt eine kleine Form von *P. rubescens*. Sehr hoch gehen auch *Sparganium natans* und besonders die Wasserranunkeln. Vertreter von letzteren sammelte Imhof im Albulasee, 2310 m, Christ im Schwarzen See am Matterhorn, 2500 m (*Ranunculus aquatilis*, f. *confervoides* Fr.). Heuscher fand *R. trichophyllus* Chaix im Wangsersee, 2200 m, und oberen Murgsee, *Sparganium minimum* in den Murgseen 1673—1825 m. Einen kleinen Abschnitt des Partnunersees durchwuchert *Ranunculus drouetii* Schultz. Seerosen entfalten sich noch im Stelsersee, 1600 m, im Prättigau, *Myriophyllum* im Wangsersee, 2200 m. Im allgemeinen aber bleibt eine reichere Phanerogamenflora des Seeufers in Wasserbecken von geringerer Höhenlage zurück. In höherliegenden Seen, etwa über 1600 m, spielt sie gegenüber der Tierwelt als Nahrungs- und Wohnungsspender gewöhnlich nur noch eine untergeordnete Rolle.

Durch floristischen Reichtum zeichnen sich, nach Aspers und Heuschers Schilderung, einige Bergseen des Kantons St. Gallen in der Höhenlage von 1100—1300 m aus. (Schönbodensee 1092 m, Schwendiseen 1148, Gräppelensee 1302 m). Potamogeton, Seerosen, Binsen, Equiseten, Schilf, Moos bilden an und im Wasser einen reichen Vegetationsgürtel, der allmälig gegen das Zentrum des Sees vorrückt. Schwingende Böden engen den Wasserspiegel mehr und mehr ein; die sich dichter schliessende Decke dient *Menyanthes trifoliata* L. und *Sphagnum* zum Vormarsch. Ihnen folgen manche Sumpfpflanzen der Ebene. Aus dem See wird sumpfiges Gelände, in dem allmälig Torfbildung einsetzt.

Eine reiche Fülle von Wasserpflanzen beherbergen auch die Seewenalpseen, 1621 bis 1625 m; ihre Fläche ist von der Flora zum Teil bereits durchwachsen und geschlossen worden.

Der Semtisersee im Kanton Appenzell, 1250 m, besitzt üppigste Characeenpolster und, neben grünen Algenwiesen, Bestände von Laichkräutern. Reich an Pflanzen ist auch noch der Seealpsee, 1142 m, während sich die Flora des Fählensees auf Algen beschränkt, 1455 m.

Als pflanzenreich bezeichnet endlich Heuscher noch den obersten Murgsee, 1825 m.

In höher gelegenen Becken, wo die Vegetationsperiode kürzer und der Untergrund immer ungünstiger wird, treten die Phanerogamen mehr und mehr zurück. Desmidiaceen, Diatomeen, besonders aber Confervenmassen und ausgedehnte Wälder von Characeen liefern nun, abgesehen von den Planktonalgen, die Hauptmenge der Pflanzenwelt. Ihre Entwicklung gestaltet sich unter günstigen Umständen äusserst üppig. Auch Wassermoose gedeihen da und dort noch gut.

So ist der kleine Nordabschnitt des Partnunersees mit Fadenalgen erfüllt, während der grössere und tiefere Südteil dieselben entbehrt. Der floristische Unterschied beider Seeabschnitte prägt sich deutlich in Zusammensetzung und Reichtum ihrer Fauna aus. Conferven sah Christ noch im Schwarzsee am Matterhorn bei fast 2500 m Höhe.

Digitized by Google

Eine ungemein breite Ausdehnung geniessen in Alpenseen die Characeen. *Nitella flexilis* Agardh., *Chara aspera* Detharding u. a. überziehen in dichten Beständen grosse Abschnitte und bieten einer reichen Tierwelt Zuflucht und wohl auch dürftige Nahrung, so die Rolle der fehlenden, litoralen Phanerogamen gegenüber der Tierwelt übernehmend. Der See von Tilisuna und der Lünersee sind sehr arm an eigentlichen Algen, sehr reich dagegen an Characeen, in denen sich in grosser Menge Anneliden, Rotatorien, Nematoden, Cladoceren, Protozoen und Larven von *Chironomus* aufhalten. Im Haushalt des süssen Wassers, und zwar auch der Hochgebirgsseen, erfüllen die ebengenannten Dipterenlarven eine wichtige Aufgabe. Als Vegetarianer erzeugen sie tierische aus pflanzlicher Substanz. Sie dienen selbst wieder zahlreichen Räubern, Insektenlarven, Wasserkäfern, Planarien, Crustaceen zur Beute.

In sehr zahlreichen Hochgebirgsseen tritt das pflanzliche Leben noch weit mehr in den Hintergrund. Die Charawiesen werden spärlicher und verschwinden, und auch die Mengen der Fadenalgen und Wassermoose bleiben zurück. Oede, kalte Geröll- und Eisseen, die dem Steinschlag ausgesetzt sind und schattig liegen, umschliessen oft nur noch die letzten kümmerlichen Reste einer spärlichen Vegetation. Solche pflanzenarme Gewässer sind einige der Wasserbecken in der Gruppe der grauen Hörner, der Wildsee 2436 m, Schottensee 2342 m und Schwarzsee 2381 m. Hieher zählen im Rhätikon der Gafiensee, der Todtalpsee, die Weiher am Vierekerpass und an den Kirchlispitzen. Aus den Gebieten von St. Bernhard, Gotthard und Bernina liessen sich zahlreiche Beispiele vegetationsloser Wasserbehälter aufzählen. Dem Eindruck wird man sich nicht verschliessen können, dass mit dem Aufstieg ins Gebirge die Entwicklung der Litoralflora, und damit gleichzeitig ihre hohe Bedeutung als Lieferantin pflanzlicher Kost im allgemeinen stetig und bis zu völligem Erlöschen abnimmt.

Planktonalgen erfüllen oft in ungeheuren Mengen das Wasser hochgelegener Seen. Sie beeinflussen nicht unbeträchtlich die Periodicität im Auftreten limnetischer Tiere. Chroococcaceen, *Asterionella formosa* Hass., *Uroglena volvox*, scheinen hauptsächlich weite Verbreitung zu geniessen. Ueber das Erscheinen und Verschwinden der letztgenannten Form sollen bei der Besprechung der Flagellaten einige nähere Mitteilungen gemacht werden. Nirgends fand ich die schwebende Pflanzenwelt reicher entwickelt, als im kleinen See auf der Passhöhe des St. Bernhard, 2445 m. Sein Wasser war in den ersten Augusttagen 1894 durch die Unmenge der Planktonalgen schmutzig-grün gefärbt.

Gegenwart und Abwesenheit, Armut und Reichtum der Flora bedingt in hohem Grad Zusammensetzung und Lebensweise der tierischen Bevölkerung von Hochgebirgsseen. Mit dem reicheren und mannigfaltigeren Pflanzenbestand halten ganze Gruppen von Tieren Einzug, welche dem vegetationslosen Wasserbecken fehlen. Herbivore Insektenlarven, Turbellarien, Nematoden, Protozoen, manche Entomostraken finden im algenreichen Gebirgssee einen wohlbesetzten Tisch, Schnecken und jugendliche Amphibien

Digitized by Google

ausgiebige Weideplätze. Alle diese Vegetarianer ermöglichen die Anwesenheit zahlreichster Fleischfresser und besonders vieler Räuber. Clepsinen, Planarien, Wasserkäfer und Wasserwanzen, Larven von Neuropteren und Orthopteren, Hydrachniden und manche Crustaceen stellen der reichen Beute nach.

Der gewaltige Unterschied, der in Bezug auf Quantität und Qualität der Fauna von pflanzenarmen und pflanzenreichen Hochgebirgsseen herrscht, spricht sich in engbegrenzten Bezirken deutlich aus. Ueberraschend verschieden fällt z. B. die Tierwelt des untersten und obersten Sees am Col de Fenêtre aus, obwohl die beiden Wasserbecken eng beieinander liegen und nur durch eine Höhendifferenz von 90 m getrennt sind. Aehnliche faunistische Abweichungen gelten im Rhätikon für den Garschinasee und den Gafien-, oder den Tilisunasee. In beiden Fällen erklärt sich der verschiedene faunistische Reichtum, wenigstens teilweise, durch verschiedene Entwicklung der Flora.

Eigenschaften der Zuflüsse. Ziemlich weittragende Bedeutung für die Zusammensetzung und Biologie der Lebewelt von Hochgebirgsseen besitzen die Zufluss- und Abflussbedingungen. Die den hochalpinen Seen zuströmenden Bäche haben nur kurzen Verlauf und entwässern ein nur wenig ausgedehntes, an Tieren und Pflanzen in der Regel sehr armes Niederschlagsgebiet. So erreichen sie den See arm an tierischen und pflanzlichen Stoffen und kommen als Nahrungsspender für die Fauna des Wasserbeckens nur wenig in Betracht. Auch ihre Sättigung mit Sauerstoff mag gelegentlich eine sehr unvollkommene sein; besonders wenn diese Wasserläufe, wie das oft eintritt, auf längere Strecken unter dem Geröll dahinfliessen. Je höher der See liegt, desto kleiner und desto ärmer an Organismen wird das Niederschlagsgebiet seiner Zuflüsse. Mit der wachsenden Höhenlage fliessen also die Nahrungsquellen aus den Bächen in den See immer spärlicher.

Einen zweiten Einfluss üben die Zuflüsse eines Wasserbeckens auf dessen Fauna durch ihre Temperatur aus. Zahlreiche Hochalpenseen werden ausschliesslich durch sehr kaltes Schmelz- oder Gletscherwasser gespiesen, ohne Zuflüsse von irgendwelcher Ausdehnung zu besitzen. Ausser eigentlichen Gletscherseen, wie den Märjelensee, den oberen Lac d'Orny und viele andere, nenne ich, als zu dieser Kategorie gehörend, den Todtalpsee an der Scesaplana. In denselben tropft das Schmelzwasser eines langgestreckten, am Seeufer in einer Wand abbrechenden Schneefelds ab. Auch der kleine, ephemere See am Vierekerpass verdankt nur Schneewasser und schmelzenden Lawinentrümmern seinen Ursprung. In solchen Seen bleibt, so lange der speisende Schneevorrat nicht erschöpft ist, die Wassertemperatur tief, trotzdem die Lufttemperatur im Hochsommer sich bedeutend hebt. Die Steigerung der Luftwärme bewirkt eben in erster Linie nur eine reichere Zufuhr kalten Schmelzwassers. Auf diesem Wege wird, nach Heuscher, z. B. die Wirkung der Sonnenwärme auf die Temperatur des Wildsees im Gebiet der grauen Hörner abgeschwächt. Während der kurzen, eisfreien Zeit stieg die Temperatur der Oberfläche in jenem Becken nur auf 5—6° C.

Digitized by Google

Diesen reinen Schmelzwasser- und Eisseen kommen thermisch nahe kleine, ausschliesslich durch Quellen genährte Wasserbehälter. Dabei können die Quellen entweder unmittelbar am Ufer entspringen, wie dies für einen sehr kalten Weiher am Südwestfuss der Kirchlispitzen gilt, 2100 m, oder sie öffnen sich auf dem Grunde des Wasserbeckens. Ein treffliches Beispiel einer durch kalte Grundquellen erzeugten Wassersammlung bietet der kleine, einige Meter tiefe Gafiensee im Rhätikon. Er fällt genau in die Kontaktlinie von Kalkgebirge und krystallinischen Schiefern.

Auf bessere Durchwärmung können diejenigen Alpenseen rechnen, deren Zuflüsse in längerem Verlauf ausgiebiger Sonnenbestrahlung ausgesetzt sind und deren Schmelzwassergebiet nur beschränkte Ausdehnung besitzt. So dient der See von Garschina, 2189 m, der nur von relativ wenig hoch sich erhebenden Berggipfeln umrahmt wird, nicht sehr bedeutenden Mengen von Schmelzwasser als Sammelreservoir. Ungünstiger stellt sich in dieser Beziehung schon das Becken des Tilisunasees, 2102 m, der im Frühjahr und Sommer grosse Quantitäten Schneewasser aufnehmen muss, daneben aber auch durch zahlreiche Quellen und sonnige Bäche Zufluss erhält. Noch schlimmer bestellt ist der Partnunersee. Die ihn speisenden Rinnsale durchfurchen die Kalkmasse der Sulzfluh, welche den Seespiegel noch um 1000 m überragt. Von den vielfach gefalteten und schattigen Flanken des Bergs weicht der Schnee nur langsam. Auch der kleine Sporergletscher, der die Sulzfluh krönt, sorgt für Zufluss von kaltem Wasser. Nach Norden wird der See begrenzt durch die Schneemulden des Grubenpass, nach Osten durch die 750 m hohen Wände der Scheienfluh. So nimmt das Wasserbecken von Partnun, neben einigen durchwärmten Bächen, das Schmelzwasser eines relativ ausgedehnten und schneereichen Bezirks auf. Ueber ein gemischtes Zuflussregime verfügt auch der Lünersee, 1943 m. In dieses tiefe und ausgedehnte Becken ergiessen sich kalte Quellen, wärmere Bäche und sehr beträchtliche Quantitäten von Schmelzwasser.

Bei der Besprechung der Temperaturen der Rhätikonseen wird sich ergeben, dass die geschilderten Zuflussbedingungen durch die Wärmeverhältnisse des Seewassers wiedergespiegelt werden.

Die zufliessenden Bäche bedingen durch Geschiebezufuhr in einem gewissen Grade die Gestaltung des Untergrunds von Hochalpenseen. Starkfliessende oder plötzlich anschwellende Bäche, die Mengen groben Gerölls in den See schütten, beeinträchtigen im allgemeinen die Entwicklung der litoralen und profunden Tierwelt. Faunistisch günstiger gestalten sich die Verhältnisse an der Einmündung kleinerer und langsamer strömender Zuflüsse, die nur feineres Geschiebe und Sand führen. Die Rhätikonseen bieten auch in dieser Richtung genügende Gelegenheit zu Beobachtungen.

Oft erscheint das Wasser von Bergseen durch zugeschwemmten, mineralischen Detritus in hohem Masse getrübt. Dass aber auch starke Trübung das Tierleben nicht allzusehr beeinträchtigt, konnte Imhof an dem mit suspendierten Mineralteilen erfüllten Lago bianco der Bernina konstatieren.

Digitized by Google

Von Bedeutung für die Gebirgsseen und ihre Tierwelt werden die Zuflüsse durch ihr rasches Anschwellen und ihr in manchen Fällen periodisch eintretendes Versiegen. Frühjahr und Sommer, mit ihrer Schneeschmelze, füllen Bäche und Seen mit gewaltigen Wassermassen. Im Spätsommer und Herbst trocknen viele Zuflüsse ein; höchstens unter dem Geröll rieselt noch ein schwacher Wasserfaden weiter. Der einbrechende Winter endlich lässt auch die grosse Mehrzahl der übrigen noch fliessenden Gewässer erstarren. Gewisse Bäche allerdings rinnen auch mitten im Winter in beschränktem Umfang weiter. Dies fiel mir z. B. am 27. Dezember 1891 am Ausfluss des Partnunersees, dem Schanielenbach, auf. Lorenz kennt aus Graubünden zehn hochgelegene Seen ohne sichtbaren Abfluss, und 16 ohne nachzuweisenden Zufluss.

Niveauschwankungen. Mit dem periodischen Anwachsen und Versiegen der Zuflüsse erleiden die Alpenseen regelmässig eintretende Niveauschwankungen, die umso bedeutender werden, wenn das Wasserbecken nur über unterirdische Abzugskanäle von bestimmtem Umfang verfügt. Die sich während der Schneeschmelze ansammelnden Wassermengen können in solchen Fällen durch die oft engen Abflussröhren nicht genügende Entleerung finden. Der Spiegel des Sees steigt in beträchtlichem Masse, um zur Zeit geringen Zuflusses, im Herbst und Winter, bedeutend zu fallen. Die Niveauveränderungen können mehr als 5 m betragen. Heuscher verzeichnet regelmässig eintretende Spiegelschwankungen für den Spannegg-, Voralp-, Semtiser- und Fählensee, deren Wasser unterirdisch abfliesst. Der von Heim beschriebene, 30 m tiefe Oberblegisee, 1426 m, unterliegt aus demselben Grund starken Schwankungen. Aehnliches meldet Mettier vom Aelplisee bei Arosa, der im Sommer hoch steht, im Herbst oft ganz austrocknet. Delebecque mass in den französischen Alpen am Lac Lovitel 14 m, am Lac d'Allos 10—12 m, am Lac Robert 6 m betragende Niveauschwankungen.

Ganz gewaltige Oscillationen des Wasserspiegels charakterisieren den an der Ostseite des grossen Aletschgletschers gelegenen Märjelensee, 2367 m. Eine Seite des Wasserbeckens wird durch eine Eiswand abgeschlossen. Der unter dem Eis liegende Abflusskanal schliesst sich periodisch, so dass das Wasser steigt, bis es einen Ausweg nach dem Fiescherthal findet. Dem starken Anschwellen des Sees folgt eine ebenso starke Entleerung, so dass die Differenzen des Wasserstandes 40 und mehr Meter ausmachen. (Siehe v. Salis und Gosset.) Sehr klar lassen sich die Niveauschwankungen am prächtigen, hochalpinen Wasserbecken Vorarlbergs, dem Lünersee, 1943 m, verfolgen. Die diesbezüglichen Verhältnisse mögen etwas nähere Schilderung erfahren, da der Lünersee in unseren faunistischen und biologischen Erörterungen einen breiten Raum einnimmt.

Der durch weite Fläche und bedeutende Tiefe (siehe die vorhergehende Tabelle) ausgezeichnete Lünersee liegt geologisch vollkommen im Gebiet der Trias, die hier vom Vorarlberg aus weit hineingreift bis gegen die Hauptkette des Rhätikon. Das Seebord, eine Felsenschwelle, welche den See nach Norden abschliesst und 500 m tief zum obern Branderthal im sogenannten „Bösen Tritt" abstürzt, besteht aus grauem, klüftigem

Digitized by Google

Dolomit; dasselbe Gestein bildet das steil aufsteigende Nordostufer. Mehr nach Süden setzt Arlbergkalk ein. Im südlichen Hintergrund steigen in phantastischen Formen die blassen Kreidekalkklippen empor, welche den Hauptzug des Rhätikon zwischen Cavelljoch und Schweizerthor aufbauen. Im Westen begrenzen weitausgedehnte Trümmerhalden den blauen Wasserspiegel; südlich senkt sich die sanft gewellte, grüne Fläche der Lüneralp bis zum See.

Von Süden nach Norden schreitend gewinnt der See allmälig an Tiefe, um unweit des Seebords 102 m zu erreichen. So liegt auch in diesem Alpensee die tiefste Stelle in der Nähe des Ausflusses, wie Heim das als allgemeine Regel angiebt. Dem Ursprung nach setzt sich der Lünersee, gemäss der verdankenswerten Arbeit von Löwl, der wir hier folgen, aus zwei grundverschiedenen Abschnitten, einem nördlichen und einem südlichen, zusammen. Ihre Grenze wird gekennzeichnet durch einen am Westufer vorspringenden Sporn, den Kreuzbichel, hinter dem die Douglashütte liegt. Der Nordteil verdankt seine Entstehung einem Einsturz, bedingt durch die Auflösung und Auswaschung eines tiefliegenden Gipslagers, das hoch oben am Rellsthalsattel senkrecht ansteht, um westwärts unter den Dolomit einzufallen. Die Südost- und sehr wahrscheinlich auch die Südwestbucht des Sees dagegen zeugt für Glacialwirkung. Diese Teile wurden ausgegraben durch zwei Zuflüsse des ehemaligen Lünergletschers, von denen der eine von der Scesaplana herabfloss, während sich der andere aus der Gegend des Cavelljochs niedersenkte. Der Südostwinkel speziell bildet das Ende einer ganzen Reihe glacialer Staffelbecken. Dort erhebt sich auch aus den Fluten ein kleines Felseneiland, nichts anderes, als ein plumper Rundhöcker.

Der geologisch so eigentümliche See besitzt keinen oberirdischen Abfluss. Die tiefste Kerbe des Seebords liegt immer noch 12 m über dem höchsten Wasserstand. Am „Bösen Tritt“ aber, etwa 50 m unterhalb des Seebords, springt der Alvierbach, der Ausfluss des Lünersees, in mächtigem Strahl aus der Felswand, um in schäumenden Fällen zum Branderthal niederzueilen. Der unterirdische Ausweg des Wassers scheint bald mehr bald weniger geöffnet zu sein. Schwankungen des Wasserstandes ergeben sich als unvermeidliche Folge dieses Wechsels. Im Sommer 1879 konnte man im Kahn über die Insel wegfahren, die im Juli 1887 5—6 m aus dem Wasser ragte. Löwl fand am letztgenannten Datum einen deutlich abgesetzten Strandgürtel von nicht weniger als 7 m Höhe. Bei meinen wiederholten Besuchen stieg die Breite des Gürtels ebenfalls mehrmals bis auf 5 m.

11 Uferlinien konnte Löwl konstatieren, von denen die zweite, siebente, achte und neunte, von unten gezählt, am deutlichsten hervortraten. Die Höhenlage dieser Linien stellt sich folgendermassen:

Uferlinie 1887	1937.5 m
Zweite Uferlinie	1938,5 m
Siebente Uferlinie	1940,8 m

Digitized by Google

Achte Uferlinie	1941,5 m
Neunte Uferlinie	1942,2 m
Saum des Strandgürtels	1945,0 m

An den Felsen des Nord- und Nordostufers verwandelt sich die neunte Uferlinie zu einer förmlichen, 1—2 m breiten Randleiste, die anzeigt, dass der See längere Zeit in dieser Höhe stand.

Neben den in grösseren Intervallen sich folgenden, durch Verstopfung und Wiederöffnung des Abflusses zu erklärenden Niveauschwankungen unterliegt der Wasserstand des Lünersees bedeutenden Saisonveränderungen. Der Sommer füllt das Wasserbecken mit gewaltigen Mengen von Schmelzwasser. August und September lassen die Zuflüsse versiegen, während der unterirdische Abfluss immer derselbe bleibt. Der starre Winter endlich hebt die Wasserzufuhr ganz auf. So sinkt im Herbst und Winter der Seespiegel ganz bedeutend, nach eigenen Erfahrungen um mehrere Meter, um sich zur Zeit der Schneeschmelze wieder entsprechend zu heben.

Den Schwankungen des Wasserniveaus entspricht, wie wir zeigen werden, eine auffallende Armut an litoralen Tieren, trotzdem sie am reichgegliederten Ufer passende Heimstätten finden würden. Nur bewegliche Geschöpfe, welche dem sinkenden Wasserspiegel zu folgen vermögen, besiedeln das Litoral des Lünersees. Die grosse Schar von Uferbewohnern aber belebt eine tiefere Zone des Sees, die dem Wechsel von Wasserbedeckung und Austrocknung nicht mehr ausgesetzt ist. So zwingen Spiegelschwankungen die litorale Fauna zu sublitoraler Auswanderung.

Ganz ähnliche Folgen rascher und ausgiebiger Veränderung des Wasserstandes konnte ich in faunistischer Beziehung am Jurasee, Lac des Brenets, verzeichnen. Die Thatsache, dass viele Ausflüsse von Hochgebirgsseen der Alpen und, nach Wierzejski und Delebecque, auch der Hohen Tátra und der Pyrenäen unterirdisch verlaufen und zudem oft in gewaltigen Wasserstürzen zu Thal eilen, verhindert aktive Tiereinwanderung in die Wasserbecken in hohem Masse. Die betreffenden Seen erhalten gegenwärtig nur noch Tierzufuhr durch passiven Transport, abgesehen etwa von geflügelten Insekten, die ihre Larvenzeit im Wasser durchlaufen, oder auch als Imagines das flüssige Element bevorzugen.

Ueber die Bedeutung der Hochgebirgsbäche als Einfuhrwege von Tieren in die Alpenseen soll in einem speziellen Abschnitt gehandelt werden. Dort findet sich auch die Zusammenstellung der äusseren Bedingungen hochgelegener Rinnsale.

Bewegung des Wassers. Als ziemlich allgemein verbreitetes Attribut von Hochgebirgsseen darf wohl die grosse Ruhe des Wassers betrachtet werden. Nur in grösseren Becken — dem Lünersee z. B. — stellt sich nennenswerter Wellenschlag ein. Unter der Eisdecke, welche einen grossen Teil des Jahres ausdauert, wird die Ruhe noch vollständiger. So bildet sich zwischen Gebirgssee und Gebirgsbach, sehr ruhigem und sehr bewegtem Wasser, ein auffallender Kontrast, der seinen faunistisch-biologischen

Digitized by Google

Ausdruck findet. Im Bach eine Fülle von festsitzenden Tieren, oder von solchen, die sich mit den verschiedensten morphologischen Mitteln festkleben und festklammern, während im See die sessilen Formen eine sehr untergeordnete Rolle spielen. Die Wasserruhe teilt der Gebirgssee mit tieferen Schichten von Seen der Ebene. Nur selten veranlassen Zuflüsse in kleineren Seebecken eine stärkere Strömung, die gewöhnlich auf den Reichtum und die Zusammensetzung der Fauna nicht ohne Einfluss bleibt.

Fuhrmann erwähnt solche Fälle vom Lago Pizzo Tenelin, 2450 m, und Lago Lisera, 2344 m; beiden kleinen Becken fehlt die pelagische Fauna vollkommen.

Wassertemperatur. Die grösste Wichtigkeit für die Zusammensetzung der Tierwelt und die Lebensweise ihrer Vertreter besitzen auch im Hochgebirgssee die Temperaturverhältnisse. Der Umfang der Temperaturschwankungen entscheidet über Ausschluss oder Zulassung gewisser faunistischer Elemente, über häufiges oder seltenes Auftreten anderer. So steht die Fauna der Gebirgsseen qualitativ und quantitativ im engsten Zusammenhang mit den thermischen Bedingungen des Wassers. Da diese Bedingungen aber selbst in benachbarten Wasserbecken des Hochgebirgs in weiten Grenzen wechseln können, gestaltet sich auch die Fauna naheliegender Seen oft wesentlich verschieden. Aber auch die Biologie der Seebewohner hängt deutlich von den Temperaturen des Wassers und dem Grad ihrer Schwankungen ab. Das macht sich im Gebirgssee besonders in Bezug auf Zeit und Modus der Fortpflanzung geltend. Die Temperatur der Alpenseen wird, wie gezeigt wurde, beeinflusst vom Wärmegrad der Zuflüsse. In Betracht kommt bei der Abschätzung ferner die Höhenlage des Seebeckens, seine mehr oder weniger ausgiebige Besonnung, die Menge des zu erwärmenden Wassers und der Umfang der sich bietenden Seefläche; Tiefe, Ausdehnung und Form des Wasserbehälters spielen in der thermischen Frage also ebenfalls eine Rolle.

Es gelingt nicht allzuschwer, in Hinsicht auf die Temperatur die stehenden Gewässer des Hochgebirgs in drei, allerdings durch zahlreiche Uebergänge verbundene Kategorien einzureihen. Der erstern gehören umfangreichere Wasserbecken von nennenswerter Tiefe und somit von bedeutendem Inhalt an. Die zweite Kategorie umfasst seichtere, wenig umfangreiche, sonniggelegene und von Schmelzwasser nicht direkt gespiesene Weiher, Teiche und Tümpel. Zur dritten Gruppe zählen eigentliche Eisseen und Schneeweiher mit vollkommenem Schmelzwasserregime. Die drei Kategorien mögen eine zum guten Teil auf eigene Erfahrung gestützte, nähere Schilderung erfahren.

Die Temperatur der Seen des Rhätikon, die zum grossen Teil der ersten Kategorie angehören, kenne ich aus sehr zahlreichen, während mehrerer Jahre wiederholten Messungen. Die gewonnenen Mittelwerte enthalten die folgenden Tabellen.

Digitized by Google

See von Partnun, 1874 m.

Datum	Aeusserste Temperaturen °C.	Mittelwerte °C.
1889. 14.—18. August	9,75—10,5	10
1890. 23. Juli bis 3. August	7 —12,5	11,6
1891. 27. Juli bis 6. August	5 —13,0	8,96
1891. 2.—4. Oktober	4,75—9	7,40
1891. 27. Dezember	2	2
1892. 28. Juli bis 9. August	9 —11,5	11
1893. 26.—30. August	9 —12,5	10,7

In den Sommermonaten konnte somit für den Partnunersee eine höhere Temperatur als 13° C. nicht nachgewiesen werden. Der tiefste Stand des Thermometers betrug im Sommer 5° C. Die Mittelwerte schwanken in den sich folgenden Jahren im Sommer von 9 bis zu 11,6° C., also um einen wenig bedeutenden Betrag. Die grösste Schwankung während eines Tages betrug 2° C. (28. Juli 1890, 10,5—12,5° C.). Alle Temperaturmessungen beziehen sich auf die Oberfläche des Sees.

See von Tilisuna, 2102 m.

Datum	Aeusserste Temperaturen °C.	Mittelwerte °C.
1889. 20. August	11,25	11,25
1890. 24.—31. Juli und 1. August	10—14	12,8
1891. 2.—10. August	9,5—14	12,0
1891. 4. Oktober	9	9
1892. 6. August	10	10
1893. 29. August	12	12

Extreme der Sommertemperaturen: 9,5° C. und 14° C.
Extreme der Mittelwerte im Sommer der verschiedenen Jahre: 10° C. und 12,8°C.
Grösste Tagesschwankung: 2. August 1891, 9,5—12° C.

See von Garschina, 2189 m.

Datum	Aeusserste Temperaturen °C.	Mittelwerte °C.
1889. 17.—19. August	14,5—16	15,25
1890. 25.—29. Juli	15	15
1891. 3.—7. August	11—14	12,9
1892. 3. August	15	15
1893. 30. August	16	16

Extreme der Sommertemperatur: 11—16° C.

Digitized by Google

Extreme der mittleren Temperatur im Sommer der sich folgenden Jahre: 13-16 ° C.
Grösste Tagesschwankung: 3. August 1891, 12—14 ° C.

Gafiensee, 2312 m.

Datum	Aeusserste Temperaturen ° C.	Mittelwerte ° C.
1892. 8. August	7,5	7,5
1893. 31. August	10	10

Lünersee, 1943 m.

Datum	Aeusserste Temperaturen ° C.	Mittelwerte ° C.
1890. 6.—10. August	10—12	11,15
1891. 20.—27. Juli	8,5—11,3	10,2
1891. 5.—6. Oktober	8,5—9	8,75
1892. 23.—28. Juli	6,5—7,5	6,8
1893. 23.—25. August	12—14	12,8
1895. 1. Juni (unter Eis)	1	1
1897. 19.—20. Juli	8,5	8,5

Extreme der Sommertemperatur: 6,5—14 ° C.
Extreme der mittleren Temperatur der sich folgenden Jahre (Sommer): 6,8-12,8° C.
Grösste Temperaturschwankung an einem Tag: 25. Juli 1891, 9—10,5° C.

Mit diesen Zahlen aus dem Rhätikon mögen einige fremde und eigene Daten über Sommertemperaturen hochgelegener Alpenseen von einigermassen bedeutendem Umfang und etwas beträchtlicher Tiefe verglichen werden.

	Ort	Höhe m	Datum	Temperatur ° C.
St. Bernhard-Gebiet	1. Unterer Lac de Fenêtre	2420	5. August 1894	12
	2. Unterer See auf Plateau de Cholaire	2425	7. August „	11,25
	3. See beim Bernhardhospiz	2445	6. August „	11—12
	4. Mittlerer Lac de Fenêtre	2500	5. August „	15
	5. Oberer Lac de Fenêtre	2510	5. August „	7,5
	6. Unterer See von Grand Lay	2560	8. August „	11—12,5
	7. Unterer See von Drônaz	2570	8. August „	12,5
	8. Oberer See von Drônaz	2630	8. August „	12,5
	9. Unterer See von Orny	2686	3. August „	11,0
St. Gallen	1. Oberster Murgsee	1825	23. September	11,5
	2. Mittlerer Seewenalpsee	1622	3. Juni	11,0

Digitized by Google

	Ort	Höhe m	Datum	Temperatur °C.
Graue Hörner	1. Viltersersee	1902	3. August 1889	11,0
			18. August 1890	8—9,5
	2. Waugsersee	2200	3. August 1889	9
			18. August 1890	13—17
	3. Wildsee	2436	4. August 1889	8—10
			18. August 1890	4,5
	4. Schottensee	2342	4. August	10
	5. Schwarzsee	2381	4. August	10,5
St. Gotthard	1. Lago Cadagno	1921	Ende Juli 1896	14—16
	2. Lago Taneda	2293	27. Juli „	14
	3. Pizzo Columbe	2375	30. Juli „	12
	4. Punta nera	2456	26. Juli „	11—15

Den vorstehenden Daten entnehmen wir, dass grössere Wasserbecken von einigermassen nennenswerter Tiefe, die in einer Höhe von etwa 1800—2600 m liegen, während der Sommermonate die Temperatur von 15 ° C. selten erreichen und noch seltener überschreiten. Am häufigsten treten Temperaturgrade von 8—12 ° C. auf. Die Extreme der Sommertemperaturen eines Jahres liegen bis 8 ° C. auseinander; die Extreme der Mittelwerte für die sich folgenden Sommer stiegen am höchsten im Lünersee, 6 ° C. Die Schwankungen der Temperatur an einem Tag fallen nicht sehr in Betracht. Sicher bieten die betreffenden Seen einer stenothermen Kaltwasserfauna treffliche Herberge. Zu dieser Gruppe von Seen sind wohl auch die meisten Wasserbecken der französischen Alpen und der Pyrenäen zu rechnen, deren Temperatur uns Delebecque mitteilt. Auf diese Gewässer beziehen sich die folgenden Listen.

Temperaturen französischer Hochgebirgsseen.

I. Oberflächen-Temperaturen.

See	Höhenlage m	Datum	Temp. °C.	
1. Lac de Tignes	2088	30. Juli 1895	12,0	Alpen
2. Lac de Cos	2182	6. August 1892	10,4	No. 1—12
3. Lac Cotepen	2151	7. August 1892	12,0	
4. Lac de la Motte	2150	7. August 1892	10,6	
5. Lac Carré	2141	7. August 1892	10,6	
6. Lac de la Corne	über 2000	8. August 1892	13,2	
7. Lac de la Sagne	über 2000	8. August 1892	11,6	
8. Lac Blanc	2277	8. August 1892	8,5	

Digitized by Google

See	Höhenlage m	Datum	Temp. °C.	
9. Lac Noir	2100	8. August 1892	12,2	Alpen
10. Lac Crozet	1968	8. Juli 1893	11,8	
11. Lac David	2100	9. Juli 1893	13,5	
12. Lac du Grand Doménon .	2400	9. Juli 1893	3,6	
13. Lac d'Estom	1782	11. Juli 1894	7,8	Pyrenäen
14. Lac d'Oo	1500	21. Juli 1894	11,4	No. 13—19
15. Lac Garbet	1670	18. August 1897	11,5	
16. Lac d'Aubé	2000	21. August 1897	11,5	
17. Lac d'Araing	1880	24. August 1897	14,0	
18. Lac de Bassiès	1500	20. August 1897	13,0	
19. Lac de Miguelou	2267	7. Juli 1894	4,0	

II. Temperaturen tieferer Wasserschichten.

	Tiefe m	Temperatur °C.
Lac de Tignes	9	6,4
2088 m	29	4,2
30. Juli 1895	36,5	3,8
Lac de Cos	10	7,8
2182 m	20	5,2
6. August 1892	42	4,6
Lac Cotepen	10	8,8
2151 m	20	5,8
7. August 1892	70	4,2
Lac de la Motte	10	6,8
2150 m	21	5,6
7. August 1892		
Lac Carré	10	9,3
2141 m	20	6,0
7. August 1892	28	4,9
Lac de la Corne	10	6,9
über 2000 m	24	4,6
8. August 1892		
Lac de la Sagne	10	8,5
über 2000 m	18	7,4
8. August 1892		

Digitized by Google

	Tiefe m	Temperatur °C.
Lac Crozet	5	8,0
1968 m	15	5,3
8. Juli 1893	37	4,4
Lac David	10	9,7
2100 m		
9. Juli 1893		
Lac d'Estom	8	6,5
1782 m	17,5	6,4
11. Juli 1894		
Lac d'Oo	10	9,2
1500 m		
24. Juli 1894	65	4,2

Ganz anders verhalten sich sehr seichte, sonnige Seebecken, Weiher und Tümpel von geringem Umfang und meistens schlammigem Untergrund. Zu ihnen leitet thermisch der See von Garschina hinüber. Von den Rhätikongewässern sind zu dieser Kategorie zu rechnen die Tümpel am Grubenpass, am Rellsthalsattel und beim Partnunersee. Die Gewässer dieser Gruppe unterliegen zum Teil der sommerlichen Austrocknung.

Rhätikongewässer.

Lokalität	Höhe m	Datum	Temp. °C.	Bemerkungen
1. Tümpel am Grubenpass . .	2200	29. August 1893	21	Sehr seicht und schlammig.
2. Tümpel am Rellsthalsattel .	2100	27. Juli 1892	14	Sehr seicht, wenig umfangreich.
		24. August 1893	16	
3. Tümpel oberh. Partnunersee	1930	9. August 1891	14	Sehr seicht und klein.
		2. Oktober 1891	11	Am 2.. Okt. nur noch 0,5 m breit u. 15 cm tief.
		29. Juli 1892	14	
4. Tümpel nördl. v. Partnunersee	1900	27. August 1893	12,5	
		1. August 1892	12	Seicht.

Digitized by Google

Von Wasserbecken anderer Gebiete zählen zu dieser Kategorie:

	Lokalität	Höhe m	Datum	Temp. °C.	Bemerkungen
St. Bernhard	1. Südlicher See im Jardin du Valais	2610	6. Aug. 1894	15-18	Wenig tief. 40, 60 und 10 m lang, 20, 25 und 10 m breit. Untergrund Sand u. Geröll. In warmen Sommern austrocknend.
	2. Nördlicher See im Jardin du Valais	2610	6. Aug. 1894	15	
	3. Mittlerer See im Jardin du Valais	2610	6. Aug. 1894	17,5	
	4. Oberer See von Grand Lay	2625	8. Aug. 1894	18,5	Seicht, 10-20 m lang u. breit.
Appenzell	1. Semtisersee	1210	27. Juli	20	4,7 m tief.
	2. Fählensee	1455	27. Juli	14	Weniger besonnt und tiefer als der Semtisersee. 23 m tief.
St. Gallen	3. Thalalpsee	1105	23. Mai 1886	16	Tiefe 2,8 m.
			21. Aug. 1886	17	
			17. Sept. 1886	14,5	
	4. Unterer Seewenalpsee . .	1621	3. Juni	18,5	Sehr seicht und klein.
	5. Oberer Seewenalpsee . .	1624	3. Juni	16	Seicht.
Waadt	1. Lac de Chavonnes . . .	1696	7. August	18	
Tessin	1. Lago Tom	2023	28. Juli	16	Seicht.

Die Sommertemperaturen der seichten, sonnigen Wasserbecken und zwar auch derjenigen von bedeutender Höhenlage, bewegen sich zwischen 12 und 21 ° C. 16 ° bildet etwa das Mittel. Die geringe, auf relativ grosser Fläche ausgebreitete Wassermenge, die zudem ausgiebig besonnt wird, erwärmt sich rasch und bedeutend. Ebenso rasch und beträchtlich aber kühlt sich das Wasser unter ungünstigen Witterungsverhältnissen ab. Die Temperaturschwankungen werden also extrem sein und plötzlich eintreten. Für stenotherme Tiere eignen sich diese Wasserbehälter kaum, abgesehen davon, dass manche von ihnen periodisch eintrocknen und bis zum Grund einfrieren, und so nur eine ephemere Fauna beherbergen können. Tiere, welche der Trockenheit und der Kälte in erwachsenem Zustand, oder als Dauereier trotzen können, finden in den geschilderten Gewässern eine passende Heimat. Zur Zeit starker Durchwärmung steigert sich oft die tierische Bevölkerung quantitativ und qualitativ bedeutend.

Als dritte thermische Gruppe stehender Hochgebirgsgewässer führe ich sehr kalte Schmelzwasserseen, Schneeweiher und Eistümpel an. Sie liegen schattig, bleiben lange, oft mehrere Jahre, geschlossen und werden ausschliesslich durch Schmelzwasser gespiesen. Die Temperatur erhebt sich auch im Hochsommer kaum über Winterverhältnisse. Zu ihnen führt von der erstgenannten Kategorie von Gewässern der Gafiensee und der

Digitized by Google

der Wildsee hinüber. Tiefe und Ausdehnung dieser Becken unterliegt bedeutenden Schwankungen.

Rhätikongewässer.

Lokalität	Höhe m	Datum	Temp. ° C.	Bemerkungen
1. Weiher an den Kirchlispitzen	2100	25. Juli 1891	3,5	Seicht. Bis Ende Juli von Schnee umgeben. Von sehr kalten Quellen gespiesen.
		6. Oktober 1891	5,0	
		23. Juli 1892	1,25	
		23. August 1893	7,0	
2. Vierekersee	2316	31. Juli 1892	1,5	31. Juli 92 beinahe ganz geschlossen. Ende August 1893 ausgetrocknet. 22. Juli 1897 von Schnee und Eis erfüllt.
3. Todtalpsee	2340	26. Juli 1891	0,5	Reiner Schmelzwassersee. Oeffnet sich spät oder gar nicht.
		6. Oktober 1891	4,0	
		24. Juli 1892	0,5	
		24. August 1893	6,0	

Andere Seen dieser Kategorie.

	Lokalität	Höhe m	Datum	Temp. ° C.	Bemerkungen
St. Bernhard	1. Oberer See auf Plateau von Cholaire	2498	7. Aug. 1894	6,25	Oeder, geröllreicher Weiher.
	2. Oberer Lac de Fenêtre . .	2510	5. Aug. 1894	7,5	Auch unter der ersten Gruppe aufgezählt.
	3. See ob Plan des Dames .	2600	6. Aug. 1894	7,5	Kleiner, kalter Geröllsee.
Wallis	1. Oberer See in Orny . . .	2820	3. Aug. 1894	5,5	Gletschersee.
	2. Märjelensee	2367	6. Aug.	2,0 (Oberfl.) 0,0 (1 m tief)	Gletschersee.
Tessin (Gotthard)	1. Lago Pizzo Tenelin . . .	2450	Ende Juli	7	Kleiner Schmelzwassersee.
	2. Lago Poncione negri . . .	2353	Ende Juli	3	Mit Lawinenschnee gefüllt.

Die Sommertemperaturen der hochgelegenen Schmelzwasserseen erreichen nur ausnahmsweise ein Maximum von 7 ° C. Diesen winterlichen Verhältnissen entspricht die äusserst spärliche Flora und kärgliche, nur aus wenigen resistenten Kosmopoliten und stenothermen Kaltwasserbewohnern zusammengesetzte Fauna.

Digitized by Google

Es mögen an dieser Stelle einige Angaben über Temperaturverhältnisse von Brunnen im Rhätikon ihren Platz finden. Die auf Gebirgsbäche bezüglichen Messungen verweisen wir in das Kapitel über die Fauna der raschfliessenden Gewässer des Hochgebirgs.

Brunnen vor dem Gasthaus zur Sulzfluh, Partnun.

Zahlreiche Messungen in den Jahren 1889 bis und mit 1893, während der Monate Juli bis Oktober, ergeben 5,5—6,5 ° C.

Brunnen gegen Plassecken, Partnun.

Im August 1891 und 1892 mehrmals gemessen, 11—12 ° C.

Brunnen am Weg zum Partnunersee.

Mehrfache Messungen im August: 10 ° C.

Die **Temperaturverhältnisse** unter der winterlichen **Eisdecke** der Hochalpenseen mögen durch folgende Zahlen beleuchtet werden.

Lokalität	Höhe m	Datum	Eisdicke cm	W'temp. ° C.	Bemerkungen
1. Partnunsee	1874	27. Dez. 1891	60	**2**	Unmittelbar unter Eisdecke gemessen.
2. Lünersee	1943	1. Juni 1895	35	**1**	
3. Vierekersee	2316	31. Juli 1892	40	**1,5**	
4. Todtalpsee	2340	26. Juli 1891	25	**0,5**	
5. Muttsee	2500	21. Juli 1896	30	**0,5**	
6. See auf Gotthardplateau	2100	21. Mai 1893	15	**2**	
7. Flüela-Schwarzsee	2388	17. Januar	65,5	**2,3**	Temperaturen auf Seegrund. Unmittelbar unter dem Eis ging die Temperatur von 0,75—5,25 °.
8. Bernhardinsee	2080		55	**0,3-0,9** (tiefer 2,5)	
9. Schwarzsee-Laret	1507	15. Januar	24	**4,5**	
10. Davosersee	1562	20. Januar	46,5	**4,5**	
11. Unterer Splügensee	2196	9. Januar	50	**4,66**	
12. Oberer Splügensee	2270	9. Januar	49	**2,66**	
13. Schottensee-Flüela	2386	16. Januar	47,75	**2,0**	

Ueber den oberen Arosasee, 1740 m, bin ich im Stande, nähere thermische Angaben zu machen.

Digitized by Google

Oberer Arosasee, 1740 m. Die Temperaturen unmittelbar unter der Eisdecke gemessen.

Datum	Wassertemp. °C.	Eisdicke cm
9. November 1892	**4,7**	0
17. November 1892	**3,8**	0
30. November 1892	**2,2**	10
17. Dezember 1892	**2,2**	23
5. Januar 1893	**0,5**	45
28. Januar 1893	**0,2**	65
8. Februar 1893	**1,2**	71
4. März 1893	**0,1**	60
24. April 1893	**1,1**	eisfrei
30. April 1893	**6,1**	0
14. Mai 1893	**11,8**	0
2. Juni 1893	**10,8**	0
28. Juni 1893	**14,6**	0

Die Liste zeigt, dass die Durchwärmung des Seebeckens nach der Lösung der Eisdecke verhältnismässig rasch vor sich ging.

Zur Vergleichung mit den Temperaturzahlen hochalpiner Seen mögen die von Wierzejski und v. Daday an Wasserbecken der Hohen Tátra gesammelten Daten dienen. Wierzejski untersuchte 24 Seen von 1095—1966 m Höhenlage. Die Temperatur der höhergelegenen ging im Sommer von 1—6° C., diejenige der tieferliegenden von 13—16°. Seinen Notizen entnehme ich die folgenden speziellen Angaben.

Seen der Hohen Tátra nach Wierzejski.

Höhenlage m	Tiefe m	Oberfl. ha	Temp. d. Sees °C.
1226	6	0,84	**8—8,5**
1516	16,4	6,88	**12**
1536	—	0,51	**15,25**
1597	77	18	**8**
1628	47	19,9	**5—11**
1645	—	1,19	**9,6—12**
1652	78	33,0	**12**
1675	—	3,45	**10—16**
1694	30	7,0	**7—11**
1711	37	13,05	**10—12**
1889	29	5,6	**6—8**
1900	—	—	**5—12**
1966	—	—	**10,6—11**

Digitized by Google

Aus den Listen von Dadays stammen die folgenden Angaben.

Lokalität	Höhenlage m	Tiefe m	Oberfl. ha	Temp. ° C.	Datum
Grüner See	1635	einige m	0,51	**5,6**	30. Juli
Weisser See	1605	seicht	1,05	—	—
Csorber See	1356	20,7	20,4	**25**	20. August
Popper See	1507	16,4	6,88	**10,5**	30. August
Felker See	1667	5,03	1,5	**9,4**	5. August
Kohlbacher See II	2019	?	2,1	**7,8**	—
Kohlbacher See III	2019	?	klein	**7—8**	—
Kohlbacher See IV	2006	seicht	?	**7—8**	—
Fisch See	1404	49,5	32	**13**	23. August

Manche Analogien zwischen den Temperaturen der Tátraseen und denjenigen hochalpiner Alpenbecken von entsprechender Lage lassen sich ohne weiteres erkennen. Auch in der Hohen Tátra bleiben die Sommertemperaturen tief; es scheinen ferner auch dort die drei für die Alpen nach thermischen Verhältnissen aufgestellten Kategorien stehender Gewässer zu existieren.

Nach allem dürfen wohl einige Schlüsse über die Temperaturen hochalpiner stehender Gewässer gewagt werden. Sie würden etwa folgendermassen lauten:

1. Mit Ausnahme von seichten, sonnigen Weihern und Tümpeln bleiben die Wasserbecken der Hochalpen auch mitten im Sommer kalt. Am häufigsten herrscht vom Juli bis September in grösseren und tieferen Seen eine Temperatur von 8—12 ° C. Eisweiher und reine Schmelzwasserseen erreichen in derselben Jahreszeit nur selten 7 ° C.; sehr häufig bleibt ihre Temperatur bei 4—6 ° C. stehen. So herrschen in thermischer Hinsicht in manchen Alpengewässern auch im Hochsommer winterliche Verhältnisse.

2. Die Oberflächentemperatur vieler Hochgebirgsseen entspricht auch im Sommer der Temperatur tieferer Schichten von grossen Wasserbecken der Ebene. Dafür mag die folgende Zahlenzusammenstellung sprechen.

a. Mittlere Sommertemperaturen von Hochgebirgsseen (Oberfläche).

	° C.	
Lünersee	6,8—12,8	Messungen erstrecken sich über mehrere Jahre.
Partnunersee	9—11,6	
Tilisunasee	10—12,8	
Gafiensee	7,5—10	
Weiher der Kirchlispitzen . .	2,7—7	
Todtalpsee	0,5—6	

Sommertemperaturen zahlreicher Schmelzwasserseen gehen von 2—7,5 °.

Digitized by Google

b. Tiefentemperaturen von grossen subalpinen Seen.

Genfersee.

Tiefe m	Nach Forel. 29. Juli 80 °C.	25. Mai 86 °C.	25. Juni 86 °C.
0	21,7	13,5	17,5
10	18,4	10,4	14,8
20	12	9,1	12,6
30	8,4	8,1	9,2
40	7,1	7,2	8,0
50	6,6	6,9	—
60	6,2	6,6	6,4
70	5,8	—	—
80	5,4	6,1	6,1
90	—	—	—
100	5,0	5,6	5,5
110	—	—	—
120	4,7	5,5	5,5
130	—	—	—
140	4,7	5,4	5,4
150	—	—	—
160	—	5,3	5,3
170	—	—	—
180	4,6	—	5,3
190	—	—	—
200	4,5	5,2	5,2
300	4,5	5,0	5,0

Walensee.

Tiefe m	Forel. 2. Aug. 80 °C.	Heuscher 24. Aug. 93 °C.
0	17	16,5
10	—	12
15	—	10,6
20	12	8
30	—	5,8
40	6,6	5,5
50	—	5,2
60	5,5	5,0
70	—	4,8
80	4,9	4,6
90	—	4,6
100	4,6	4,6
110	—	4,6
120	4,6	—
140	4,6	—

Forels Arbeiten entstammen auch die folgenden Angaben:

See	Tiefe m	Temp. °C.	
Zürichsee	20	7,6	3. August
Murtensee	20	9,6	6. August
Vierwaldstättersee	20	10,0	16. August
Neuenburgersee	20	11,3	17. Oktober
Genfersee	20	12,8	9. Oktober
Bielersee	20	11,1	12. Oktober
Lac d'Annecy	20	8,1	22. September
Lac du Bourget	20	11,3	21. September

Digitized by Google

Es gelten für die Oberfläche von Hochalpenseen, wie aus allen Zahlen hervorgeht, während des ganzen Jahres Tiefseetemperaturen. Nur kurze Zeit, ja in manchen Schmelzwasserbecken gar nie, wird der Wärmegrad der tiefsten Schichten des Genfersees überschritten. Es mag sich das Wasser da und dort in Alpenseen für kurze Dauer etwas mehr erwärmen, bald sinkt die Temperatur wieder auf den Tiefseegrad zurück.

Eine ähnliche thermische Stellung nehmen, nach Richard, hochnordische Seen ein. Auf der Halbinsel Kola mass der Kolozero am 16. August 15 ° C., der Imandra am 20.—30. August 12,2—13,8 ° C. Der Enarasee in Nordfinland bedeckt sich im November mit Eis, das sich erst im Juni wieder löst. Die Flüsse gefrieren schon Ende September.

3. Unter dem Eis der Hochgebirgsseen wurden Temperaturen von 0,1—4,6 ° C. konstatiert. Die Winterminima und Sommermaxima liegen in den Alpenseen somit wenig weit auseinander. Die jährlichen Temperaturschwankungen sind unbedeutender als in Wasserbecken der Ebene. Auch die innerhalb kurzer Zeiträume eintretenden Temperaturschwankungen fallen, wenigstens in tieferen Becken der Hochalpen und in Schmelzwasserseen, nicht schwer ins Gewicht. Die Differenz zwischen Oberflächen- und Tiefentemperatur ist in Gebirgsseen bedeutend kleiner als in Seen der Ebene. Der typische Hochalpensee bietet somit seinen Bewohnern kaltes Wasser von ziemlich gleichmässiger und konstanter Temperatur.

Eine Ausnahme bilden in dieser Richtung wieder die seichten, sonnigen Alpenseen und Tümpel mit weit auseinanderliegenden Sommer- und Wintertemperaturen und plötzlich eintretenden, starken Schwankungen. Ihre geringe Wassermenge kühlt sich umso rascher ab und erwärmt sich wieder umso rascher und ausgiebiger, je seichter und sonniger das Becken ist. Die starken und plötzlich eintretenden Temperaturbewegungen solcher Wasserbehälter üben auf Zusammensetzung und Biologie der Fauna einen wesentlichen Einfluss aus.

In seinem Werk über die Seen Frankreichs teilt Delebecque die stehenden Gewässer nach ihren thermischen Eigenschaften in drei Gruppen ein: Zum „type tropical" gehören diejenigen Seen, deren Temperatur nie unter 4 ° C. sinkt, die Seen des „type tempéré" messen bald mehr, bald weniger als 4 ° C., während die Oberflächentemperatur von Wasserbecken des „type polaire" 4 ° C. nie übersteigt. Die Hochgebirgsseen verteilen sich auf die beiden letzten Gruppen: „tempérés" wären die grösseren und tieferen Seen, sowie die warmen Teiche und Tümpel, „polaires" die kalten Eisseen und Schmelzwasserweiher.

Eisbedeckung. Von grosser Bedeutung für Faunistik und Biologie der Hochgebirgsseen ist die Dauer des Abschlusses der Wasserfläche durch die winterliche Eisdecke. Ueber die Rhätikongewässer verfüge ich in dieser Beziehung über folgende Notizen.

Digitized by Google

See von Partnun, 1874 m.

Der See schliesst sich gewöhnlich Anfang November und öffnet sich Mitte Mai; im Juni ist er immer eisfrei. 1890 fand das Auffrieren schon Mitte April statt; Ende April war alles Eis verschwunden. Dauer des Abschlusses 190—200 Tage.

Tilisunasee, 2102 m.

Schluss Ende Oktober, spätestens Anfang November. Auffrieren gewöhnlich Ende Juni; im Juni schwimmen oft noch Eisstücke auf dem Wasser. 1890 löste sich das Eis schon Ende Mai. Ungeheure Schneemassen werden auf dem zugefrorenen See zusammengeweht und verhindern ein frühes Auffrieren. Der Zeitpunkt des Verschwindens der Eisdecke ist somit auch vom Schneereichtum des Winters abhängig. Dauer des Schlusses: 220—240 Tage.

Lünersee, 1943 m.

Die grosse Wassermenge des Lünersees kühlt sich nur langsam ab. Der Seespiegel schliesst sich sehr oft erst gegen Ende November oder im Dezember. Letzteres trat z. B. in den Jahren 1889, 1890 und 1895 ein. (1890 zwischen 10. und 18. Dezember, 1895 zwischen 20. und 28. Dezember.) 1892 und 1893 war der Seespiegel Ende November noch eisfrei. Das Auffrieren beginnt gewöhnlich Ende Mai oder anfangs Juni und nimmt etwa 8 Tage in Anspruch. Am 1. Juni 1895 fand ich den See noch eisbedeckt; am Ufer begann sich die Decke zu lösen; am 10. Juni 1891 war ungefähr derselbe Zustand erreicht. Am 4. Juni 1893 dagegen war das Eis beinahe ganz verschwunden. In kalten Jahren scheint übrigens die Eisbildung bedeutend früher einzutreten. Dauer des Abschlusses ca. 180—190 Tage.

See von Garschina, 2189 m.

Schluss des Sees gewöhnlich im November; Auffrieren Ende Juni. Dauer des Abschlusses 220—240 Tage.

Todtalpsee, 2340 m (Scesaplana).

Er öffnet sich frühestens Mitte August und schliesst sich gewöhnlich wieder im Oktober. In kalten Jahren verliert der See seine Eisdecke nie ganz. Dauer des Abschlusses ca. 300 Tage.

Nur selten und für kurze Zeit öffnet sich der kleine Schmelzwassersee am schweizerischen Abhang des Vierekerpass bei Partnun, 2316 m. In warmen Spätsommern trocknet das Becken zudem vollkommen aus.

Aus anderen Gebieten kann ich folgende Daten anführen:

Oberer Arosasee, 1740 m.

Geschlossen von Mitte November 1892 bis Mitte April 1893, d. h. ca. 150 bis 160 Tage.

Digitized by Google

Die Seen auf dem Gotthardplateau, 2100 m, fand ich noch geschlossen am 21. Mai 1893. 1886 fror, nach Fischer-Sigwart, der demselben Gebiet angehörende Sellasee, 2231 m, zwischen dem 10. und 15. Juni auf. 1899 waren der Sella- und Lucendrosee noch Ende Juni von Eis und Schnee bedeckt. Der erstere trug am 10. Juli kein Eis mehr, auf dem letzteren schwammen an demselben Tag noch grosse Eisblöcke. Von den am Südabhang des Gotthard gelegenen Wasserbecken Lago Cadlimo und Lago scuro, 2513 und 2453 m, berichtet Fuhrmann, dass sie noch Ende Juli 1896 geschlossen gewesen seien. Dasselbe konstatierte ich für den eben so hoch gelegenen Muttsee am 21. Juli 1896, 2442 m. Notizen über die uns interessierenden Verhältnisse am Wildsee der grauen Hörner verdanken wir Heuscher. Das 2438 m hoch gelegene Seebecken bleibt den grössten Teil des Jahres zugefroren. Es wird hauptsächlich von Gletscher- und Schmelzwasser gespiesen. Als Daten, an welchen sich die Eisdecke noch nicht gelöst hatte, nennt unser Gewährsmann den 24. Juli 1888 und den 6. August 1890. Am 4. August 1889 schwammen noch Eisblöcke auf dem See; am 18. August 1890 bedeckte das untere Seende noch eine Eiskruste. Alle Seen am Berninapass waren, wie Lorenz's Angaben zu entnehmen ist, Mitte Juni 1895 noch zugefroren.

Den Eisverhältnissen des Lej Sgrischus, 2640 m, widmet Imhof einige Worte. Die Decke dauert manchmal zwei Jahre lang aus; gewöhnlich aber bleibt der See 8—9 Monate geschlossen. 1883 brach das Eis zwischen dem 10. und 15. Juli. Der kleine See auf Gredigs Aelpli bei Arosa, 2400 m, bleibt den grössten Teil des Jahres mit Lawinenschnee bedeckt. Er wird im August oder auch gar nicht eisfrei (Mettier).

Natürlich gestalten sich auch die Verhältnisse in den französischen Alpenseen bei Briançon, die durch Blanchard untersucht wurden, ganz ähnlich. Nach Delebecque waren in den Pyrenäen der Lac Miguelon, 2267 m, noch am 7. Juli, der Lac d'Arrius, 2200 m, am 5. Juli, der Lac glacé d'Oo, 2670 m, am 5. Juli von Eis bedeckt. Der Alpensee Lac d'Anterne, 2040 m, trug noch am 9. Juli Eis. Recht eingehend unterrichtet uns Forel über das Gefrieren einiger hochgelegener Seen.

Die Beobachtungen am Silsersee, 1796 m, erstrecken sich über die Winter 1864 bis 1891. Es ergiebt sich, dass der Eisabschluss 124—193 Tage dauerte; die mittlere Dauer beträgt 156 Tage. Das mittlere Datum des Gefrierens ist der 18. Dezember, dasjenige des Auffrierens der 23. Mai. Dabei erleidet der Moment des Zufrierens Verschiebungen vom 6. Dezember bis zum 7. Januar, derjenige des Eisbruchs fällt in die Periode vom 29. April bis zum 11. Juni.

Der savoyische See von Montriond, 1049 m, trug seine Eisdecke im Winter 1891 bis 1892 während 170 Tagen, der Lac de Joux im Jura 146 Tage, während allerdings die mittlere Dauer seines Abschlusses sich sonst nur auf 94 Tage beläuft.

Eine sehr gute Zusammenstellung giebt uns Forel über die Gefrierverhältnisse des Sees auf dem grossen St. Bernhard, den wir als ein quantitativ verhältnismässig reich belebtes Wasserbecken werden kennen lernen. Ich lasse die interessanten Angaben folgen.

Digitized by Google

See beim Bernhardhospiz, 2445 m.

Winter	Datum d. Zufrierens	Datum d. Auffrierens	Dauer d. Abschlusses Tage
1817—18	6. Oktober	—	—
1820—21	30. Oktober	31. Juli	**305**
21—22	20. Oktober	17. Juni	**241**
22—23	30. Oktober	27. Juli	**271**
23—24	14. Oktober	—	—
24—25	11. Oktober	—	—
1839—40	—	3. Juli	—
40—41	—	3. September	—
41—42	24. Oktober	4. Juli	**254**
42—43	22. Oktober	15. September	**330**
43—44	16. Oktober	18. Juli	**277**
44—45	—	20. August	—
45—46	25. Oktober	15. Juli	**264**
46—47	—	7. Juli	—
47—48	2. November	17. Juli	**259**
48—49	16. Oktober	10. Juli	**268**
49—50	—	11. Juli	—
1850—51	—	21. Juli	—
51—52	26. Oktober	6. Juli	**255**
52—53	16. Oktober	26. Juli	**284**
53—54	4. Oktober	16. Juli	**286**
54—55	20. Oktober	29. Juli	**283**
55—56	30. Oktober	6. August	**282**
56—57	3. Oktober	10. Juli	**281**
57—58	21. Oktober	27. Juni	**250**
58—59	1. November	18. Juli	**260**
59—60	25. Oktober	31. Juli	**281**
1860—61	4. Oktober	12. Juli	**282**
61—62	1. November	13. Juni	**225**
62—63	1. November	1. Juli	**243**
63—64	14. Oktober	24. Juni	**258**
64—65	17. Oktober	15. Juni	**242**
65—66	20. Oktober	24. Juli	**278**
66—67	7. November	20. Juli	**256**
67—68	8. Oktober	17. Juni	**254**

Digitized by Google

Winter	Datum d. Zufrierens	Datum d. Auffrierens	Dauer d. Abschlusses Tage
1868—69	24. Oktober	22. Juni	**242**
69—70	23. Oktober	20. Juni	**241**
1870—71	12. Oktober	17. Juli	**279**
71—72	27. Oktober	18. Juli	**266**
72—73	30. Oktober	25. Juli	**269**
73—74	27. Oktober	22. Juni	**239**
74—75	—	12. Juni	—
75—76	27. Oktober	3. August	**282**
76—77	8. November	—	—
77—78	19. Oktober	—	—
78—79	28. Oktober	3. September	**211**
79—80	23. Oktober	7. Juli	**259**
1880—81	30. Oktober	14. Juli	**258**
81—82	18. Oktober	—	—
83—84	10. Oktober	—	—
87—88	—	26. Juli	—
88—89	11. Oktober	14. Juli	**277**
89—90	4. Oktober	23. Juli	**293**
1890—91	22. Oktober	18. Juli	**270**

Frühestes Zufrieren: **30. September.**
Spätestes Zufrieren: **8. November.**
Mittleres Datum: **20. Oktober.**

Frühestes Auffrieren: **12. Juni.**
Spätestes Auffrieren: **15. September.**
Mittleres Datum: **13. Juli.**

Mittlere Dauer des Abschlusses: **268 Tage.**
Längste " " " **330 Tage.**
Kürzeste " " " **211 Tage.**

Zusammenfassend können wir folgende Zahlen nennen:

See	Höhe m	Dauer des Abschlusses Tage
Oberer Arosasee	1740	**150—160**
Silser See	1796	**124—193**
Partnun See	1874	**190—200**
Lünersee	1943	**180—190**
Tilisunasee	2102	**220—240**

Digitized by Google

See	Höhe m	Dauer des Abschlusses Tage
Garschinasee	2189	**220—240**
Todtalpsee	2340	**280—300**
St. Bernhardsee	2445	**211—330**
Lej Sgrischus	2640	**240—300**

Der Eisverschluss hochgelegener Seen erstreckt sich über einen grossen Teil des Jahres. Schon bei 1800 m beträgt er meistens sechs Monate und mehr. Seine Dauer steigert sich im allgemeinen mit der Höhe der Wasserbecken; doch steht sie ausserdem unter einer Reihe anderer lokaler Einflüsse. Hier müssen wohl in erster Linie massgebend sein die mehr oder weniger sonnige Lage des Sees, die Wassermenge und die Wasserfläche, die Art der Speisung mit Quell- oder Bachwasser, oder mit Schmelz- und Gletscherwasser, die grössere oder geringere Anhäufung von Schneemassen auf der gefrorenen Seefläche. Alle Faktoren, die die Temperatur des Hochalpensees regeln, werden auch für die Dauer seines Eisabschlusses entscheidend sein. Am ungünstigsten stellen sich wieder hochgelegene, kleine, schattige Eis- und Schmelzwasserseen. Sie bleiben oft jahrelang geschlossen. Auch von langsam schmelzenden Schneemassen umgebene, bedeckte und gespiesene, grössere Wasserbecken öffnen sich sehr spät. Ich nenne den Tilisunasee, den Schwarzsee der Grauen Hörner, 2381 m, den Muttsee am Kistenpass, 2442, den See am Pizzo Colombe, 2375. Dass auch eigentliche Gletscherseen, wie der obere Lac d'Orny und der Märjelensee, 2367 m, ihre Eisdecke nur zögernd verlieren, liegt auf der Hand.

Aber nicht nur örtlich, sondern auch zeitlich variiert die Dauer des Eisabschlusses für die Bergseen in weiten Grenzen, wie die Zahlen gezeigt haben. Je nach den allgemeinen meteorologischen Verhältnissen, nach Gunst oder Ungunst der Jahre, erfolgt Zu- und Auffrieren eines Wasserbeckens früher oder später.

Ueber die Mächtigkeit der winterlichen Eisdecke sind bereits bei der Besprechung der Wintertemperaturen Angaben gemacht worden. Die Eisdicke übersteigt, nach Imhofs Erfahrung, nirgends 80 cm. Dieses Maximum wurde beinahe erreicht am Bernhardinerbergsee, 2060 m, (Lago di Moësola) am 31. Januar 1881. v. Salis mass damals 78 cm Eisdicke. Damit ist gleichzeitig ausgedrückt, dass auch nur einigermassen tiefe Wasserbecken nie bis auf den Grund durchfrieren. Die Erdwärme verhindert ein vollständiges Erstarren. In einem kleinen See auf dem Bernhardin fand Imhof unter 55 cm Eis noch 58 cm Wasser.

Das Entstehen der Eisdecke bedeutet für Fauna und Flora der Gebirgsseen lange dauernden, mehr oder weniger vollständigen Abschluss von Luft und Licht und schafft somit für die Lebewesen ungünstige Bedingungen. Doch verhindert die abschliessende Decke gleichzeitig zu rasche und weitgehende Abkühlung der ganzen Wassermasse; ihr Auftreten bringt der unter dem Eis lebenden Organismenwelt also auch nennenswerte

Digitized by Google

Vorteile. Aehnlich schützt bekanntlich eine dicke Schneehülle den unten liegenden Erdboden vor allzustarkem Wärmeverlust. Unter allen Umständen bewirkt der Eisabschluss eine ziemlich strenge Isolierung eines Wasserbeckens in mehrfacher Richtung. Die Zufuhr von Nahrung und Sauerstoff wird stark herabgesetzt, die Ein- und Ausfuhr von Tieren verunmöglicht.

Chemische Beschaffenheit des Wassers. Bei der Beurteilung der faunistischen und biologischen Verhältnisse von Hochgebirgsseen muss endlich auf die Zusammensetzung des Wassers Rücksicht genommen werden. Bereits wiesen wir darauf hin, dass unter dem verminderten Luftdruck die Sättigung des Wassers mit Sauerstoff nur unvollkommen vor sich gehe, und dass auch die Existenz von grünen Pflanzen im Hochgebirgssee den Sauerstoffmangel wohl nur teilweise heben werde. Günstig dagegen für die kalten Bergseen gestaltet sich die Thatsache, dass Wasser von geringeren Wärmegraden grössere Quantitäten Luft lösen kann, als wärmeres Wasser. Eine Wassermenge, die bei 5° C. 100 Raumteile Luft aufnimmt, hält bei 12° C. nur noch etwa 79,2 Teile in Lösung.

Dazu kommt, dass den Hochgebirgsseen Abwässer von Städten und Fabriken, die mit leicht oxydierbaren, organischen Substanzen erfüllt sind, kaum zuströmen. Auch der Zufluss von organischem Detritus, den Resten abgestorbener Lebewesen, beschränkt sich in hochgelegenen Wasserbecken auf ein Minimum. So wird ein nennenswerter Verlust von Sauerstoff durch eintretende Oxydationsprozesse vermieden. Die schäumenden und stäubenden Bäche, welche den Bergsee speisen, sorgen zudem in ihrem Fall für reichliche Mischung von Luft und Wasser, sodass sie das Seebecken mit Sauerstoff gesättigt erreichen. So werden die ungünstigen Verhältnisse wenigstens zum Teil ausgeglichen, die Höhenlage, Pflanzenarmut und Eisabschluss im Gebirgssee in Bezug auf Sauerstoffsättigung des Wassers hervorbringen.

Ueber den Kalkgehalt einiger Alpengewässer unterrichtet uns Weith. Seiner Arbeit entlehnen wir die folgenden Daten:

Gewässer	Approximativer Gehalt an kohlens. Kalk pro Liter Wasser Gr.
Aegerisee	0,1200
Caumasee	0,1105
Oberer Arosasee	0,1115
Lenzer Heidsee	0,1470
Bernhardinsee	0,1000
Lago scuro (Gotthard)	0,0003
See bei Gotthardhospiz	0,0000
Silsersee	0,0345
Silvaplanersee	0,0435
Moësa	0,0320

Digitized by Google

Der Kalkgehalt von Gebirgsgewässern geht somit in weiten Grenzen hin und her. Delebecque betont, dass der Reichtum des Seewassers an gelösten Mineralstoffen von der Natur der Felsen, über welche die Zuflüsse strömen, abhänge. In gipsreichem Gebiet steigt die Menge der gelösten Salze auf das Maximum; sie sinkt im Kalkgebirge, um im Kieselgebirge das Minimum zu erreichen. Wenn nun aber Weith und Pavesi den Tierreichtum der Seen in direkte Beziehung zu ihrem hohen Gehalt an Kalkkarbonat bringen wollen, so steht dies mit unseren allgemeinen faunistischen Erfahrungen nicht im Einklang.

Die sehr kalkarmen Seen des St. Gotthard beherbergen eine reiche Fauna. Im Lago scuro speziell, der in der oben zusammengestellten Liste figuriert, fand Fuhrmann bei kurzem Besuch 18 Tierarten. Auch Aspers und Heuschers Beobachtungen sprechen gegen Weiths Annahme. Der von den genannten Zoologen besuchte oberste Murgsee liegt in kieselreichem Verrucano: sein Kalkgehalt ist dreimal geringer als derjenige des Spanneggsees und doch bewohnt ihn eine viel reichere Tierwelt, als das letztgenannte Becken. Aehnliche Erfahrungen konnte auch ich verzeichnen: faunistisch sehr arme Seen lagen mitten in den Kalkmassen des Rhätikon, sehr reiche Becken dagegen waren in die Urgebirgsformationen des St. Bernhard eingeschlossen.

Die Existenz gewisser Tiergruppen allerdings bindet sich an einen bestimmten Kalkgehalt des bewohnten Wassers. In diesem eingeschränkten Sinn behält Weith recht. So findet die relativ reiche Vertretung der Mollusken im Rhätikon, und ihr spärliches Auftreten am St. Bernhard, das Studer auch bei Champex auffiel, seine Erklärung in dem Kalkbedürfnis der schalentragenden Weichtiere. Dasselbe findet beste Befriedigung in den Gewässern der aus Kreide- und Jurakalken aufgebauten Rhätikonmauer, wie sie vom Cavelljoch bis zum Plasseckenpass zieht.

Im allgemeinen gilt aber doch der Satz, dass die physikalischen Bedingungen von Hochgebirgsseen auf die Fauna tieferen Einfluss ausüben, als die chemische Zusammensetzung des Wassers.

Ueber die beiden grossen Alpenseen des Kaukasus, den Goktschai, 1904 m, und den Tschaldyr-göl, 1958 m, deren faunistische Verhältnisse wir wiederholt berühren werden, seien nach Brandts Schilderung einige kurze Angaben gemacht.

Der Goktschai ist das grösste Wasserbecken des russischen Armeniens. Er erreicht eine Länge von zehn und eine Breite von fünf geographischen Meilen, bei 110 m Tiefe, und muss als vulkanische Bildung gedeutet werden. Zahlreiche grössere und kleinere Zuflüsse speisen den See, während ein grösserer Abfluss fehlt. Der Pflanzenwuchs entwickelt sich im Wasser ziemlich üppig.

Der Tschaldyr-göl bleibt an Umfang und Tiefe — 8,5 bis 10,5 m — weit hinter dem Goktschai zurück. Er erhält ebenfalls zahlreiche Zuflüsse und entsendet nur einen Abfluss. Umgegend ebenfalls vulkanisch.

Digitized by Google

Allgemeines Bild. Nach allem ergiebt sich für den typischen Hochgebirgssee folgendes Bild: Wasserbecken von über 1500 m Höhenlage von wechselndem, meistens aber geringem Flächeninhalt und sehr verschiedener Tiefe. Untergrund und Ufer zeigen in ihrer Beschaffenheit mannigfaltige lokale Differenzen, ebenso wechselt die allgemeine äussere Lage. Austrocknung, Steinschlag, Lawinensturz können das Becken bedrohen. In der Flora spielen Characeen, Algen und Moose die Hauptrolle; die litorale Pflanzenwelt schwindet im allgemeinen rasch mit der zunehmenden Höhenlage. In den nahrungsarmen Zuflüssen strömt oft kaltes Schmelzwasser ausschliesslich oder in überwiegenden Mengen. Periodisches Anschwellen und Versiegen der Zuflüsse führt zu oft sehr bedeutenden Schwankungen des Seeniveaus. Abflüsse oft unterirdisch. Wasserruhe der Seen beinahe ungestört. Wassertemperatur in den meisten Fällen auch mitten im Sommer tief, winterlich. An der Oberfläche werden kaum höhere Wärmegrade gemessen, als in den Tiefseeschichten der Ebene. Sommermaxima und Winterminima liegen relativ wenig weit auseinander. Der Eisabschluss des Seespiegels ist von sehr langer Dauer. Chemische Zusammensetzung des Wassers schwankend.

Nordisch-glacialer Charakter. Die wichtigsten und konstantesten in Hochgebirgsseen der Tierwelt sich bietenden Bedingungen sind nordisch-glaciale. Tiefe Temperaturen des bewohnten Mediums, ein lange dauernder Winter mit starkem Eisverschluss, die spärliche Entwicklung der Flora charakterisieren vor allem die hochgelegenen stehenden Gewässer. Dazu kommt ein ausgiebiges Schmelzwasserregime, d. h. Speisung der Becken mit kaltem Wasser, das arm an Nahrung ist, dessen Sättigung mit Sauerstoff oft unvollkommen bleibt, und das nicht selten suspendierte Mineralpartikel in grosser Menge führt. Alle übrigen Bedingungen dagegen gestalten sich beinahe ebenso wechselnd, wie in Wasserbecken der Ebene. Glacialverhältnisse also bedingen die Zusammensetzung der Fauna von Hochalpenseen und beeinflussen Gestalt und Lebensweise ihrer Vertreter. Die Tiere hochgelegener Gewässer stehen noch mitten in der Gletscherzeit. Nur stete Rücksichtnahme auf diese Thatsache kann uns das Verständnis öffnen für die tiergeographischen und biologischen Fragen, die sich uns beim Studium der Fauna von Hochgebirgsseen entgegenstellen.

2. Die Winterfauna hochalpiner Seen.

Bevor wir auf die Besprechung der einzelnen Gruppen von tierischen Bewohnern der Hochgebirgsseen eintreten, verdient ein allgemeines Faktum biologischer Natur nähere Beleuchtung. Es handelt sich um die bedeutende Widerstandsfähigkeit der Fauna alpiner Wasserbecken gegen tiefe Temperaturen. Diese Resistenzkraft äussert sich darin, dass die Tierwelt hochgelegener Gebirgsseen den lange andauernden Alpenwinter unter dicker Eisdecke zum Teil übersteht. Nur ein Bruchteil der Fauna verfällt beim Anbruch

Digitized by Google

des Winters in lethargischen Zustand oder bildet Dauerkeime. Die Mehrzahl der Tiere lebt aktiv im geschlossenen See weiter.

Dass die süssen Gewässer der Ebene auch im Winter ihre Bevölkerung nicht ganz verlieren, haben ältere und besonders neuere Untersuchungen zur Genüge klargelegt.

Schon Ehrenberg fiel es auf, dass fast alle gewöhnlichen Infusorien unter dem winterlichen Eise weiterleben. Perty machte die Beobachtung, dass gewisse kleinste Tierformen zum Grund der Gewässer niedersteigend der Winterkälte trotzen und auch unter dem Eis ihr Leben fristen. Bei Bern erbeutete er z. B. unter der Eisdecke *Notommata, Furcularia gibba, Anuraea heptodon, Rattulus lunaris, Monostyla lunaris, Actinophrys, Difflugia* und viele Infusorien. Immerhin soll die Individuenzahl der Tiere im Winter ansehnlich abnehmen.

Ueber die Persistenz des Limnoplanktons im Winter berichtet Forel nach seinen Erfahrungen am seit 45 Tagen gefrorenen Murtensee, Imhof nach seinen Beobachtungen am Vierwaldstätter-, Zürcher-, Zuger-, Aegeri-, Greifen-, Katzensee und an Weihern bei Brugg und Baden. Damit stimmen die von Apstein am Dobersdorfer- und von Zacharias am Plönersee erhaltenen Resultate. Im Januar und Februar erreicht die Planktonmenge, nach Apstein, ihr Minimum, die Copepoden, gewisse Cladoceren und manche Anuraeen, dauern z. T. massenhaft auch im Winter aus.

Zacharias machte noch jüngst darauf aufmerksam, dass die Verarmung des Winterplanktons in kleineren, flachen Wasseransammlungen weniger weit geht, als in grösseren Seen, so dass in kleineren Gewässern mitten im Winter eine recht mannigfaltige, pelagische Lebewelt sich tummelt.

Die Fauna der finnischen grossen Landseen wurde während der kalten Jahreszeit von Levander und Nordquist untersucht; Infusorien, Rotatorien, Turbellarien, Copepoden, Cladoceren, Insektenlarven bildeten die reiche Ausbeute dieser Forscher. Dabei wurden unter 30 cm dickem Eis Temperaturen von $+0,8^\circ$ C. gemessen.

Ueber das Vorkommen von Cladoceren in zugefrorenen Gewässern steht eine lange Reihe von Aufzeichnungen zahlreicher Autoren zur Verfügung. Seligo fand vier Species unter dem Eis des Klostersees, Hartwig konstatierte eine grössere Specieszahl vom November bis im April im Müggelsee. Die Gesamtzahl der in diesem Wasserbecken während des Winters gesammelten Entomostraken-Arten stieg auf 37. Auch Stingelins Beobachtungen, die zeigen, dass Bosminiden, Lyncodaphniden und Lynceiden während des ganzen Winters unter dem Eis ebenso häufig, oder noch häufiger als im Sommer vorkommen, verdienen hier Erwähnung. 12 Arten traf unser Gewährsmann in grössten Mengen unter winterlichen Verhältnissen. Auch *Simocephalus* fehlte nicht; abwesend waren bloss die Ephippienbildner: *Daphnia, Ceriodaphnia, Scapholeberis, Moina*, sowie *Sida* und *Polyphemus*. Aber auch hier gelten wieder Ausnahmen, indem rein pelagische Daphnien den Winter massenhaft überstehen.

Digitized by Google

Ueber das Verhalten der Ostracoden im Winter unterrichtet uns Kaufmann; er fand mehrere Arten der Gruppe in gleicher Häufigkeit während des ganzen Jahres. Von der durch Frič und Vávra konstatierten, subglacialen Fauna des Unterpočernitzer Teichs in Böhmen — Entomostraken, Anneliden, Difflugien, *Chironomus*-Larven — bieten uns spezielles Interesse *Daphnia longispina* und *Cyclops strenuus*. Sie setzen in dem genannten Gewässer fast ausschliesslich das Winterplankton zusammen. In Hochgebirgsseen bilden die beiden Formen oft (z. B. Lünersee, St. Bernhardsee) ebenso ausschliesslich das Plankton der Sommermonate.

Auch die Mollusken bedürfen nicht alle der Winterruhe. Clessins Erfahrungen an Lamellibranchiern und Gastropoden sollen an anderer Stelle dargelegt werden. Brockmeier fand Limnäen an und unter der Eisdecke zugefrorener Gewässer und Hartmann schreibt speziell *L. peregra* höchste Resistenzfähigkeit gegen tiefe Temperaturen zu.

Von ganz besonderem Interesse für die uns beschäftigende Frage sind die Darlegungen von Wesenberg-Lund und von Lauterborn. Der dänische Zoologe widmete seine Aufmerksamkeit speziell den Rotatorien. Nur wenige Gattungen fehlten unter dem Eis gänzlich *(Gastroschiza, Microcodon, Pedalion)*. *Notholca* trat im Winter weit massenhafter auf als im Sommer.

Lauterborn stellte seine Untersuchungen, deren Resultate in einer Reihe trefflicher Schriften niedergelegt sind, an Organismen einiger Gewässer der Oberrheinebene an. Die Winterfauna erwies sich als reich an Arten und teilweise auch an Individuen, und zwar waren sowohl der Grundschlamm, als das freie Wasser unmittelbar unter der Eisdecke belebt. In den Diatomeenrasen hausten zahlreiche Rhizopoden, mehrere limicole Cladoceren und *Macrobiotus macronyx*. Limnetisch traten einige Formen in geradezu riesigen Massen auf, so z. B. *Peridinium bipes* und *Synura uvella*. Vom November bis Februar konnten in Gewässern von 2—5° C. 21 Protozoen, 19 Rotatorien und 3 Crustaceen erbeutet werden.

Von den Protozoen dürfen vielleicht eine Anzahl als reine Winterformen beansprucht werden; der grösste Teil derselben ist indessen perennierend.

Unter den Rotatorien erreichen besonders alle *Notholcaarten* während der Wintermonate ihre stärkste Vertretung. Lauterborn zählt 21 eurytherme Arten von Rotiferen auf, die sich Sommer und Winter, bei Temperaturen von 2—27° C. lebhaft vermehren. Zu ihnen gehören so ziemlich alle diejenigen, welche hoch in die Gebirge emporsteigen, um sich dort an der Zusammensetzung der pelagischen Fauna zu beteiligen. Die stenothermen Sommerformen der Ebene fehlen dagegen dem hochalpinen Plankton. Das entspricht durchaus dem allgemeinen Gesetz, dass die Fauna der Hochgebirgsseen aus eurythermen und aus stenotherm-glacialen Tieren sich rekrutiert.

Die angeführten Beispiele, welche, besonders auch durch Herbeiziehung der amerikanischen Litteratur, stark vermehrt werden könnten, mögen genügen, um zu zeigen,

Digitized by Google

dass in der Ebene das tierische Leben unter der winterlichen Eisdecke nicht erlischt. Die relative Gleichmässigkeit der äussern Bedingungen erlaubt zahlreichen Wasserbewohnern jahrein jahraus auszuharren.

Um ein Bild der Winterfauna in den Gewässern der Ebene zu geben, vereinige ich, gestützt auf die Angaben der oben genannten Autoren, die Namen einer Reihe von perennierenden, niedern Süsswasserbewohnern in einer Liste.

Hauptsächlichste Elemente der Winterfauna in Gewässern der Ebene.

Protozoa: Difflugia corona Ehrbg., Actinosphärium, Actinophrys, Volvox minor Stein, Eudorina elegans Ehrbg., Synura uvella Ehrbg., Mallomonas, Uroglena volvox Ehrbg., Dinobryon sertularia Ehrbg., D. stipitatum Stein, Peridinium tabulatum Ehrbg., P. bipes Stein, Gymnodinium tenuissimum Lauterborn, Vorticella, Epistylis, Acineta, Holophrya nigricans Lauterborn, Disematostoma bütschlii Lauterborn, Nassula ornata Ehrbg., Didinium nasutum O. F. M., D. balbianii Bütschli, Lembadion bullinum Perty, Codonella cratera Leidy, Tintinnidium fluviatile Stein, Condylostoma vorticella Ehrbg., Bursaridium schewiakowii Lauterborn.

Rotatoria: Asplanchna priodonta Gosse, Saccculus viridis Gosse, Synchaeta pectinata Ehrbg., S. tremula Ehrbg., Polyarthra platyptera Ehrbg., Triarthra longiseta Ehrbg., T. breviseta Gosse, Rhinops vitrea Huds., Notops hyptopus Ehrbg., Hudsonella pygmaea Calm., Brachionus pala Ehrbg., B. angularis Gosse, Anuraea cochlearis Gosse, A. aculeata Ehrbg., Notholca heptodon Perty, N. longispina Kell., N. striata Ehrbg., N. acuminata Ehrbg., N. labis Gosse, Conochilus unicornis Rouss.

Turbellaria: Microstoma lineare Oerst., Stenostoma leucops O. Schm.

Mollusca: Limnaea peregra Müll.

Entomostraca: Cyclops viridis Jurine, C. strenuus Fisch., C. leuckarti Claus, C. serrulatus Fischer, C. bicolor Sars, Diaptomus gracilis Sars, D. graciloides Lilljeb., Candona candida O. F. M., Cyclocypris laevis O. F. M., Cypria ophthalmica Jurine, Herpetocypris reptans Baird, Acroperus leucocephalus Koch, Alona quadrangularis O. F. M., A. leydigii Schödl., A. affinis Leydig, Pleuroxus nanus Baird, P. excisus Fisch., P. aduncus Jurine, P. truncatus O. F. M., Chydorus sphaericus O. F. M., Iliocryptus sordidus Lievin, J. acutifrons Sars, Macrothrix laticornis Jurine, Eurycercus lamellatus O. F. M., Simocephalus vetulus O. F. M., Daphnia magna Leydig, D. longispina O. F. M., Bosmina longirostris O. F. M., B. coregoni Baird, B. cornuta Jurine, B. longispina Leydig, Leptodora hyalina Lilljeb.

Tardigrada: Macrobiotus macronyx Duj.

Diptera: Larven von Chironomus und Corethra.

Trichoptera: Larven von Limnophilus.

Wenn auch die Liste auf Vollständigkeit keinen Anspruch erhebt, so zeigt sie doch, welch reiches Leben mitten im Winter die Gewässer erfüllt.

Digitized by Google

Diese bunte, winterliche Tiergesellschaft der Ebene steigt fast ohne Ausnahme in die höchstgelegenen Gebirgsseen. Viele ihrer Vertreter bestimmen ausschlaggebend das faunistische Bild hochalpiner Wasserbecken.

Aber auch in Hochgebirgsseen geht das tierische Leben während des Winters nicht zur Ruhe. Darüber haben uns zuerst Imhofs Studien aufgeklärt. Er besuchte in den Monaten Dezember und Januar folgende unter tiefer Eisdecke ruhenden Wasserbecken: Seelisbergersee 753 m, Klönsee 828 m, Lac de Brenet 1009 m, St. Moritzersee 1771 m, Silvaplanersee 1794 m, Silsersee 1796 m, Campfersee 1794 m, Lej Cavloccio 1908 m, Bernhardinsee 2080 m und Schwarzsee auf der Flüelapasshöhe 2388 m. Ausserdem hielt Imhof Nachschau nach dem tierischen Leben unter der Eisdecke des Diavolezzasees, 2579 m, am 13. August 1886. Das Resultat aller Untersuchungen stimmt darin überein, dass in zugefrorenen Bergseen das tierische Leben weiter pulsiert. Pelagische und grundbewohnende Organismen wurden in reicher Mannigfaltigkeit angetroffen.

Unter der doppelten Eisdecke des Lej Cavloccio zeigte sich die pelagische Fauna am 30. Dezember in ungefähr derselben Zusammensetzung, wie am 22. August. Auf dem Grunde des Sees gedieh *Fredericella sultana* in üppigen Kolonien. Die winterliche Fauna des Flüelasees setzte sich am 17. Januar aus *Cyclops*, *Diaptomus*, *Daphnia*, *Bosmina* zusammen; *Sialis*-Larven krochen auf den Eisrand, um sich in vier Minuten zum Imago zu verwandeln. Dabei lagen auf der 65 cm dicken Eisdecke noch 38 cm Schnee. Ganz ähnliche Beobachtungen machte Imhof auf dem Bernhardin. Unter 55 cm Eis tummelten sich in nur 58 cm tiefem Wasser Protozoen, Rotatorien, Nematoden, *Cyclops*, *Lynceus*, und Insektenlarven. Die Temperatur des Wassers betrug 0,3—0,9° C. In einem benachbarten See stiegen Angehörige der Gattung *Hydroporus* und *Cyclops* in die durch die Eisdecke geschlagenen Löcher. Das Wasser mass bei 17,5 m Tiefe 2,5° C. Auch im Diavolezzasee lebten unter winterlichen Verhältnissen Turbellarien und Insektenlarven.

Reich an Tieren waren mitten im Winter auch die grösseren Seen des Oberengadins (Sils, Silvaplana, Campfer, St. Moritz). Im Campfersee entfaltete sich sogar das tierische Leben üppiger als im August. Dort fiel neben der ausgiebigen Entwicklung von *Fredericella* die Gegenwart zahlreicher Hydren auf. Dass tiefer gelegene Wasserbecken, wie der Klönthalersee, der Seelisbergersee und der Lac de Brenet, ihre Fauna im Winter nicht einbüssen, liegt auf der Hand.

Eine Beobachtung von Killias verdient hier noch besondere Erwähnung. Unser Gewährsmann stiess einmal auf der Flüelapasshöhe auf Tausende von Exemplaren von *Acrophylax cerberus*. Viele waren in Copula, trotzdem die Seen noch ihre Eisdecke trugen und fusshoher Schnee die Umgebung bedeckte. Meyer-Dür sammelte dieselbe Art unter ähnlichen Umständen auf der Grimsel. Wie gelangten die geflügelten Tiere unter der Eisdecke hervor, wo bot sich ihnen Nahrung und Laichplatz?

Digitized by Google

Ueber die Gestaltung der Fauna von Hochgebirgsseen im Winter bin ich im stande, eine Reihe eigener Beobachtungen anzuführen.

Am 27. Dezember 1891 besuchte ich den See von Partnun, 1874 m, der unter einer Eisdecke von 50—60 cm Dicke ruhte. Die Tiefe des Schnees am See betrug 1—1,5 m. In ein Loch, das durch das Eis geschlagen wurde, quoll Wasser von 2 ° C. Wärme und in demselben tummelten sich ziemlich zahlreiche, aber ausschliesslich jugendliche Individuen von *Cyclops strenuus* Fisch. und *Daphnia longispina* Leyd. Auch in dem nicht ganz versiegten Seeausfluss war das tierische Leben nicht völlig erloschen. An der Unterfläche der Steine klebten, wie im Sommer, Larven von *Simulia* und *Perla alpina* Pictet, und besonders zahlreiche Exemplare von *Planaria alpina* Dana. Auch die benachbarten Brunnen beherbergten Planarien und Insektenlarven. In einem derselben wurde ein *Gordius* erbeutet. Ein sehr kümmerliches Resultat dagegen lieferte eine Exkursion, welche am 26. Juli 1896 nach dem noch vollkommen geschlossenen Muttsee am Kistenpass, 2442 m, unternommen wurde. Das Wasser mass 0,5 ° C. und beherbergte ausser einigen Insektenlarven nur sehr jugendliche Exemplare von *Cyclops strenuus* Fisch. Etwas reicher waren am 21. Mai 1893 einige noch teilweise von Eis bedeckte Schmelzwasserweiher neben dem Gotthardhospiz bevölkert, 2100 m. In dem Wasser von 4 ° C. lebten zahlreiche Individuen von *Difflugia globulosa* Duj., *Hydroporus nivalis* Heer und *Dorylaimus filiformis* Bast. Daneben fanden sich *Cyclops strenuus* Fisch. in jungen Entwicklungsstadien und Dauereier von *Daphnia longispina* Leyd. und *Alona rostrata* Koch.

Auch über die winterliche Tierwelt des im Sommer faunistisch so genau durchsuchten Lünersees, 1943 m, suchte ich mir ein Bild zu machen. Diesem Zwecke diente ein Ausflug am 1. Juni 1895. Der See lag noch unter Eis begraben, erst am Ufer hatten sich einige wenig umfangreiche freie Stellen gebildet. Die Wassertemperatur betrug 1 ° C. In diesem winterlichen Medium konnten folgende Tiere festgestellt werden:

Difflugia pyriformis Perty.
Difflugia acuminata Ehrb.
Centropyxis aculeata Stein.
Gyrator hermaphroditus Ehrb.
Trilobus gracilis Bütschli.
Monhystera stagnalis Bast.
Cypria ophthalmica Jurine.
Cyclocypris laevis O. F. Müll.
Chydorus sphaericus O. F. Müll.
Cyclops serrulatus Fischer, mit Eiern.
Macrobiotus macronyx Duj.
Lebertia tau-insignita Lebert, alte und junge Tiere.
Hydrometra rufoscutellata Latr.
Pisidium nitidum Jenyns.
P. fossarinum Clessin.

Digitized by Google

Ausserdem fanden sich junge *Chironomus*-Larven, nicht bestimmbare Rotatorien und Dauereier von Lynceiden und von *Daphnia longispina* Leyd. Unter der Eisdecke des Lünersees vegetiert also das tierische Leben kräftig weiter. Ueber die Zusammensetzung der Winterfauna und den Einfluss des Wechsels der Jahreszeiten auf die Tierwelt eines hoch gelegenen Wasserbeckens giebt eine Reihe von Fängen am obern Arosasee erwünschten Aufschluss. Dieselben erstrecken sich vom 9. November 1892 bis zum 28. Juni 1893 und wurden durch die Herren Dr. F. Egger und Dr. K. Fischer in sehr verdankenswerter Weise ausgeführt. Das Wasserbecken liegt bei 1740 m Höhe und erreicht bei einer Länge von 400 und einer Breite von 200 m eine Tiefe von etwa 15 m. Seine tierische Bevölkerung setzt sich, soweit Andrés, Imhofs und eigene Bestimmungen reichen, aus folgenden 35 Arten zusammen:

Centropyxis aculeata, *Centropyxis ecornis*, *Lecquereusia spiralis*, *Difflugia acuminata*, *D. globulosa*, *D. constricta*, *D. pyriformis*, *Cyphoderia ampulla*, *Nebela cosllaris*, *Euglypha ciliata*, *Quadrula symmetrica*, *Ceratium hirundinella*, *Dinobryon divergens*, *Peridinium tabulatum*, *Euchlanis dilatata*, *Polyarthra platyptera*, *Notholca longispina*, *Anuraea aculeata*, *Chydorus sphaericus*, *Ch. globosus*, *Alona rostrata*, *A. testudinaria*, *A. lineata*, *Pleuroxus exiguus*, *Daphnia longispina*, *Bosmina dollfusi*, *Cyclops streuuus*, *Lebertia tauinsignita*, *Chironomus*, *Simulia*, *Plumatella repens*, *Cristatella mucedo*, *Limnaea mucronata*, *Phoxinus laevis*, *Trutta variabilis*.

Ueber das Auftreten dieser Tiere im Wechsel der Jahreszeiten giebt die folgende Liste annähernden Aufschluss.

Fänge im oberen See von Arosa, 1740 m.

Fangdatum	W'temp. °C.	Eisverhältnisse	Zahl d. Species	Zusammensetzung der Fauna	Bemerkungen
9. Nov. 92	**4,7**	Eisfrei	**11**	1. Ceratium hirundinella O. F. M.	Reicher Fang, auch quantitativ.
				2. Dinobryon divergens Imh.	
				3. Notholca longispina Kell.	
				4. Anuraea aculeata Ehrb.	
				5. Cyclops strenuus Fisch.	
				6. Daphnia longispina Leydig	
				7. Alona rostrata Koch	
				8. Alona lineata Schödler	
				9. Chydorus globosus Baird.	
				10. Bosmina coregoni var. Zschokkei Burck.	
				11. Larven von Chironomus	

Digitized by Google

Fangdatum	Wtemp. °C.	Eisverhältnisse	Zahl d. Species	Zusammensetzung der Fauna	Bemerkungen
17. Nov. 92	**3,8**	Eisfrei	**7**	1. Ceratium hirundinella O. F. M.	Reicher Fang.
				2. Dinobryon divergens Imh.	
				3. Notholca longispina Kell.	
				4. Cyclops strenuus Fisch.	
				5. Daphnia longispina Leydig	
				6. Bosmina coregoni var. Zschokkei Burck.	
				7. Plumatella repens L. Statoblasten	
30. Nov. 92	**2,2**	Eisdicke von 10 cm	**7**	1. Ceratium hirundinella O. F. M.	Quantitativ geringer Fang.
				2. Dinobryon divergens Imh.	
				3. Notholca longispina Kell.	
				4. Cyclops strenuus Fisch.	
				5. Daphnia longispina Leydig	
				6. Bosmina coregoni var. Zschokkei Burck.	
				7. Plumatella repens L. Statoblasten	
17. Dez. 92	**2,2**	Eisdicke 23 cm	**5**	1. Cyclops strenuus Fisch.	Quantitativ geringer Fang.
				2. Bosmina coregoni var. Zschokkei Burck.	
				3. Lebertia tau-insignita Lebert	
				4. Plumatella repens L. Statoblasten	
				5. Cristatella mucedo Cuv. Statoblasten	
5. Jan. 93	**0,5**	Eisdicke 45 cm	**3**	1. Cyclops strenuus Fisch.	Quantitativ sehr ärmlicher Fang.
				2. Bosmina coregoni var. Zschokkei Burck.	
				3. Alona rostrata Koch	1 Exemplar.
28. Jan. 93	**0,2**	Eisdicke 65 cm	**3**	Nur Fragmente von Tieren. Ausserdem:	Quantitativ sehr ärmlicher Fang.
				1. Wintereier von Alona rostrata Koch	
				2. Statoblasten von Plumatella repens L.	
				3. Jungo Larven von Chironomus	
8. Febr. 93	**1,2**	Eisdicke 71 cm	**6**	1. Euchlanis dilatata Ehrbg.	Quantitativ ordentlicher Fang.
				2. Cyclops strenuus Fisch.	
				3. Chydorus sphaericus O. F. M.	
				4. Bosmina coregoni var. Zschokkei Burck.	
				5. Larven von Chironomus	
				6. Statoblasten von Plumatella repens L.	

Digitized by Google

Fangdatum	W'temp. °C.	Eisverhältnisse	Zahl d. Species	Zusammensetzung der Fauna	Bemerkungen
4. März 93	0,1	Eisdicke 60 cm	2	1. Centropyxis ecornis Stein	Aeusserst arm. Fang.
				2. Lebertia tau-insignita Lebert	1 Exemplar.
				Leere Panzer von Bosmina coregoni var. Zschokkei Burck.	
24. April 93	1,1	[illegible]	3	Kein aktives Leben, nur Dauerstadien.	Aeusserst arm. Fang.
				1. Dauereier von *Daphnia longispina* Leydig	
				Statoblasten von:	
				2. Plumatella repens L.	
				3. Cristatella mucedo Cuv.	
30. April 93	6,1	Eisfrei	6	1. Cyclops strenuus Fisch.	Fang quantit. mittelmässig.
				2. Chydorus sphaericus O. F. M.	
				3. Larven von Chironomus	
				4. Plumatella repens L. Statoblasten	
				5. Cristatella mucedo Cuv. Statoblasten	
				6. Limnaea mucronata Held	
14. Mai 93	11,8	Eisfrei	7	1. Cyclops strenuus Fisch.	Fang quantit. mittelmässig.
				2. Chydorus sphaericus O. F. M.	
				3. Alona testudinaria Fisch.	
				4. Larven von Chironomus	
				5. Larven von Simulia	
				6. Statoblasten von Plumatella repens L.	
				7. Statoblasten v. Cristatella mucedo Cuv.	
2. Juni 93	10,8	Eisfrei	8	1. Notholca longispina Kell.	Fang quantitat. ziemlich reich.
				2. Cyclops strenuus Fisch.	
				3. Daphnia longispina Leyd.	
				4. Pleuroxus exiguus Lillj.	
				5. Alona lineata Schödl.	
				6. Bosmina coregoni var. Zschokkei Burck.	
				7. Larven von Chironomus	
				8. Statoblasten von Plumatella repens L.	
28. Juni 93	14,6	Eisfrei	10	1. Ceratium hirundinella O. F. M.	Quantit. reicher Fang.
				2. Notholca longispina Kell.	
				3. Cyclops strenuus Fisch.	

Digitized by Google

Fangdatum	W'temp. °C.	Eisverhältnisse	Zahl d. Species	Zusammensetzung der Fauna	Bemerkungen
28. Juni 93	14,6	Eisfrei	10	4. Daphnia longispina Leyd.	
				5. Alona lineata Schödl.	
				6. Alona rostrata Koch	
				7. Bosmina coregoni var. Zschokkei Burck.	
				8. Chironomus (Larven)	
				9. Plumatella repens L. (Statoblasten)	
				10. Cristatella mucedo Cuv. (Statoblast.)	
27. Sept. 86	?	Eisfrei	8	1. Ceratium hirundinella O. F. M.	Quantitativ sehr reicher Fang. Nach d. Angaben v. Imh.
				2. Peridinium tabulatum Clap. Lach.	
				3. Dinobryon divergens Imh.	
				4. Polyarthra platyptera Ehrbg.	Die Speciesbestimm. der Entomostraken wurde ergänzt.
				5. Notholca longispina Kell.	
				6. Cyclops strenuus Fisch.	
				7. Daphnia longispina Leydig	
				8. Bosmina coregoni var. Zschokkei Burck.	

Die vorangehenden Angaben lassen sich, soweit die Tierformen sicher bestimmt worden sind, in folgende Tabelle zusammenfassen.

Liste der unter der Eisdecke von Hochgebirgsseen über 1700 m gesammelten Tiere.

Name	Fundorte	Höhe
Difflugia globulosa Duj.	St. Gotthard	2100
D. pyriformis Perty	Lünersee	1943
D. acuminata Ehrb.	Lünersee	1943
Centropyxis aculeata Stein	Lünersee	1943
C. ecornis Stein	Arosasee	1740
Dinobryon divergens Imh.	Arosasee	1740
Actinosphaerium eichhorni Stein	Silsersee	1796
Hydra rubra Lewes	Campfersee	1794
Gyrator hermaphroditus Ehrb.	Lünersee	1943
Planaria alpina Dana	Partnun (Bäche)	1800
	Diavolezzasee	2579

Digitized by Google

Name	Fundorte	Höhe m
Trilobus gracilis Bütschli . . .	Lünersee	1943
Monhystera stagnalis Bast. . .	Lünersee	1943
Dorylaimus filiformis Bast. . .	Gotthard	2100
Gordius aquaticus Duj.	Partnun (Bäche)	1800
Notholca longispina Kellic . .	Arosasee	1740
Synchaeta pectinata Ehrbg. . .	Lej Cavloccio	1908
Euchlanis dilatata Ehrbg. . . .	Arosasee	1740
Conochilus unicornis Rousselet .	Lej Cavloccio	1908
Anuraea longispina Kellic . . .	Lej Cavloccio	1908
Chydorus sphaericus O. F. M. . .	Arosasee	1740
	Lünersee	1943
Alona rostrata Koch	Arosasee	1740
Daphnia longispina Leydig . .	Partnunsee	1874
	Arosasee	1740
Bosmina Zschokkei Burck. . .	Arosasee	1740
Diaptomus denticornis Wierz . .	Schwarzsee-Flüela	2388
D. bacillifer Koelbel	Partnunsee	1874
Cyclops strenuus Fisch. . . .	St. Gotthard	2100
	Partnunsee	1874
	Muttsee	2442
	Arosasee	1740
C. serrulatus Fisch.	Lünersee	1943
Cypria ophthalmica Jurine . .	Lünersee	1943
Cyclocypris laevis O. F. M. . .	Lünersee	1943
Macrobiotus macronyx Duj. . .	Lünersee	1943
Lebertia tau-insignita Lebert .	Lünersee	1943
	Arosasee	1740
Sialis lutaria L.	Schwarzsee-Flüela	2388
Perla alpina Pictet	Partnun (Bäche)	1800
Acrophylax cerberus Mc. Lachl. .	Flüela	2380
Simulia	Partnun (Bäche)	1800
Chironomus	Lünersee	1943
Hydroporus nivalis Heer . . .	Arosasee	1740
	Gotthard	2100
Hydrometra rufoscutellata Latr. .	Lünersee	1943
Pisidium nitidum Jenyns . . .	Lünersee	1943
Fredericella sultana Blumenb. .	Lej Cavloccio	1908
	Campfersee	1794

Digitized by Google

So unvollständig die vorangehenden Notizen auch einstweilen noch sein mögen, sie genügen doch, um zu zeigen, dass ein grosser Teil der Fauna von Hochgebirgsseen den langen Alpenwinter in aktivem Zustand unter der Eisdecke überdauert. Bryozoen, manche Cladoceren und Rotatorien bilden wohl Statoblasten und Wintereier, Würmer und manche Mollusken verkriechen sich im Schlamm, viele Insektenlarven verfallen in lethargischen Zustand, die Majorität aber der Tierwelt, zusammengesetzt aus den Vertretern der allerverschiedensten Gruppen, ändert unter dem Eis die Lebensweise wenig oder gar nicht. Diese Mehrzahl verspürt nur in geringem Masse die Veränderung der Lebensbedingungen, die teilweise Absperrung von Luft, Licht und Nahrung. Die gleichmässig tiefe Temperatur scheint den Bedürfnissen der betreffenden Tiere zu entsprechen.

Nicht mit Unrecht dürfen wir somit von einer subglacialen Fauna sprechen, für deren Gedeihen vielleicht gerade das rechtzeitige Erscheinen einer festen Eisdecke von Vorteil ist. Spendet doch die Eiskruste Schutz und verhindert sie das Ausstrahlen der Wärme aus dem geschlossenen Wasserbecken. Die folgenden Kapitel werden übrigens lehren, dass die perennierenden Organismen sich unter dem Eis in Bezug auf Individuenzahl, Lebensweise und Fortpflanzung von Species zu Species recht verschieden verhalten.

Faunistisch wird sich ferner der Schluss ergeben, dass nur reich belebte Alpenseen auch im Winter an Tieren relativ reich bleiben. Es muss während einer Zeit des Jahres eine, wenn auch noch so kurze, Entfaltung der Fauna eintreten, damit die Tierbevölkerung unter dem winterlichen Eis nicht ganz verschwinde. „Tote Seen" bleiben eben jahrein jahraus unbelebt. Dass nur sommerliche Blüte winterliches Ausdauern der Fauna ermöglicht, lehrt der faunistische Gegensatz von Lünersee und Todtalpsee.

Digitized by Google

II. Spezielle Besprechung einzelner Tiergruppen.

1. Rhizopoda.

Ein Charakterzug kennzeichnet die Rhizopoden des süssen Wassers in höchstem Grade, die kosmopolitische Verbreitung der Gattungen und sogar vieler Arten in horizontaler und auch in vertikaler Richtung. Leidy sah im nordamerikanischen Felsengebirge die Rhizopoden der Ebene bis zu 3000 m emporsteigen; er vermisste sie in keinem Gewässer und zu keiner Jahreszeit. Im Winter allerdings nahm ihre Zahl ab und wurden ihre Lebensäusserungen weniger ausgiebig.

Leidy, H. B. Ward, Reighard und Hempel, deren faunistische Untersuchungen sich auf verschiedene Bezirke Nordamerikas beziehen, nennen als besonders häufig u. a. *Difflugia globulosa* Duj., *D. constricta* Ehrbg., *D. pyriformis* Perty, *D. urceolata* Leidy, *D. acuminata* Ehrb., *D. lobostoma* Leid., *Centropyxis aculeata* Leidy, *C. ecornis* Leidy, *Actinophrys sol* Ehrb. und manche andere.

Diese ganze amerikanische Fauna wird uns bis zur Schneegrenze der Hochalpen begleiten. Gruber fand dieselben Wurzelfüsser fast ohne Ausnahme in den Torfmooren des Schwarzwaldes; Zacharias teilweise in den Teichen des Riesengebirgs.

Aber auch an ganz anderen Lokalitäten kehren die nämlichen Rhizopoden wieder. Sie steigen vom Ufer bis in bedeutende Seetiefen hinab. So zählt Blanc als gewöhnliche Bewohner des Genfersees bei 70—120 m Tiefe auf: *Amoeba proteus* Leidy, *A. verrucosa* Ehrb., *A. radiosa* Ehrbg., *Difflugia pyriformis* Perty, *D. urceolata* Leid., *D. globulosa* Duj., *Hyalosphenia cuneata* Stein, *Arcella vulgaris* Ehrbg., *Centropyxis aculeata* Stein, *Pamphagus hyalinus* Leid., *Actinophrys sol* Ehrbg. Aus der Tiefe desselben Seebeckens meldet Imhof, ausser mehreren der eben genannten Formen, *Cyphoderia ampulla* Ehrbg., *Quadrula symmetrica* F. E. Schulze, *Actinosphaerium eichhorni* Ehrbg., *Acanthocystis spinifera* Greeff, *A. turfacea* Carter, *Rhaphidiophrys pallida* F. E. Schulze.

Difflugia globulosa und *D. pyriformis* bewohnen, nach Moniez, auch unterirdische Gewässer; ebenso fand Vejdovsky *Centropyxis aculeata* und *C. ecornis* in den Brunnenwässern Prags. Subterran kommt auch *Actinophrys sol* vor. Warme Quellen Ungarns beherbergen, wie v. Daday meldet, u. a. *Difflugia globulosa* und *Actinophrys sol*.

Von Interesse sind auch die faunistischen Befunde Levanders in Finland, welche uns zeigen, dass manche Rhizopoden des Süsswassers auch in das Meer übergehen können.

Digitized by Google

Marin traf der genannte Autor u. a. *Amoeba crystalligera* Gruber, *A. villosa* Wallich, *A. verrucosa* Ehrbg., *Actinophrys sol* Ehrb., *Difflugia lobostoma* Leid., *D. globulosa* Duj., *D. constricta* Ehrb., *Centropyxis aculeata* Stein, *Arcella vulgaris* Ehrbg. Dagegen fehlte im Moor *Difflugia pyriformis* Perty. Die verschiedenartigsten finnischen Süsswässer, Teiche, Seen, Moostümpel, Wassergräben mit reicher Vegetation, sterile Felspfützen, beherbergen die gewöhnlichen, über den ganzen Erdball verbreiteten Rhizopoden.

Ueber die allgemein-kosmopolitische Verteilung der gewöhnlichsten Rhizopoden ausserhalb Nordamerikas und Europas mögen, gestützt auf die Angaben von Barrois, Garbini, Voeltzkow, de Guerne, v. Daday u. a. einige kurze Notizen genügen. Es leben in Neu Guinea: *Arcella vulgaris, Centropyxis aculeata, Euglypha alveolata, Trinema enchelys;* aus Madagaskar kennen wir durch Voeltzkow ungefähr dieselben Arten und *Difflugia proteus.* Ceylon besitzt neben anderen Formen *Arcella vulgaris, Difflugia acuminata, Centropyxis aculeata, Actinophrys sol, Euglypha alveolata, Trinema enchelys.*

Kaum anders lautet das Rhizopoden-Verzeichnis der Azoren mit *Arcella vulgaris, Difflugia acuminata, D. constricta, D. pyriformis, Centropyxis aculeata, Nebela collaris, Trinema enchelys.* Die Liste könnte sich ebensogut auf die Fauna eines beliebigen Hochalpensees, als auf Gewässer tropischer Inseln beziehen.

Im See Tiberias fand Barrois *Difflugia pyriformis* und *D. urceolata.*

Nicht abweichend gestaltet sich die Vertretung von Wurzelfüssern im hohen Norden. Nachdem schon früher Ehrenberg für Spitzbergen die gewöhnlichen Difflugien und Arcellen nachgewiesen hatte, veröffentlichte Scourfield in neuerer Zeit für dieselbe Lokalität folgende Liste:

Amoeba verrucosa Ehrbg.
A. radiosa Ehrbg.
Pelomyxa villosa Leidy
Difflugia globulosa Duj.
D. pyriformis Perty
D. constricta Ehrbg.
D. microstoma Ehrbg.
Nebela collaris Ehrbg.
N. barbata Leidy
Heleopora petricola Leidy
Pseudochlamys patella Clap. Lachm.
Arcella artocrea Leidy
Euglypha alveolata Duj.
E. ciliata Ehrbg.
E. cristata Leidy
Trinema enchelys Ehrbg.
Actinophrys sol Ehrbg.
Clathrulina elegans Cienk.

Digitized by Google

Von diesen 18 hochnordischen Rhizopoden gehören 9 auch den Hochalpen an.

Alle diese Daten mögen genügen, um die kosmopolitische Ausbreitung der Süsswasserrhizopoden zu beleuchten. Am deutlichsten prägt sich der ubiquistische Charakter bei der Gattung *Difflugia* aus, deren zahlreiche durch Zwischenstufen verbundene Arten jede Quantität und Qualität des süssen Wassers bewohnen. Difflugien sind, wie Bütschli berichtet, bekannt aus Europa, aus den Polarländern, aus Nord- und Südamerika, aus ganz Asien, Afrika und Australien. Sie steigen in die grössten Tiefen der Seen der Ebene, und empor in die höchstgelegenen Becken der Alpen, des Felsengebirgs und des Himalaya. Brakisches Wasser wird von ihnen nicht gemieden. Auch manche Heliozoen, wie *Actinophrys*, teilen mit Difflugien und Arcellen die weiteste Verbreitung in süssem und salzigem Wasser. Aeusserst bescheidene Lebensansprüche, niedrige Organisation, die grosse Leichtigkeit in incystierten Zustand überzugehen und leichte Verschleppbarkeit durch Wind und Zugvögel sichern den Rhizopoden weiteste Ausdehnung über die Erdoberfläche.

Ueber die weitgehende Fähigkeit der Süsswasserrhizopoden, mit Einschluss der Heliozoen, Kapselstadien zu bilden, spricht sich Bütschli aus. *Euglypha* und ihre Verwandten besitzen, nach Gruber, das Incystierungsvermögen in hohem Grade. Spitzen und Stacheln der Schale dienen zur Festheftung am Gefieder des Wasservogels und so zur kosmopolitischen Verbreitung. An einer *Difflugia* des Riesengebirgs beobachtete Zacharias krallenartige, den passiven Transport erleichternde Fortsätze.

Nach allem wird es kaum überraschen, wenn die Rhizopoden in den Alpen zu den am höchsten emporsteigenden tierischen Organismen gehören. Ehrenberg fand Arcellen und Difflugien in latentem Zustand, wohl vom Wind verweht, auf den Gipfeln und Hochpässen der Berner- und Walliser-Alpen, auf der Zugspitze und auf dem Grossglockner. Perty rechnet *Difflugia proteiformis* zu den resistentesten und am höchsten sich erhebenden, niederen Tieren.

Die kosmopolitische Gattung *Difflugia* ganz speziell werden wir in zahlreichen Arten und ungezählten Individuen in den Hochalpengewässern antreffen. Seine obersten Vorposten schiebt das Genus über die Grenze des ewigen Schnees hinauf in Eisseen und Gletschertümpel, die sonst tierisches Leben nicht mehr beherbergen. (Lac d'Orny supérieur.)

Unsere Kenntnisse über Vertretung und Verbreitung der Rhizopoden in den Hochalpen bedürfen noch sehr der Erweiterung und der Vertiefung. So werden sich die in den folgenden Tabellen noch offen stehenden Lücken mehr und mehr schliessen und der Satz eine volle Bestätigung erhalten, dass die Kosmopoliten auch im Hochgebirge die weiteste horizontale und vertikale Verbreitung geniessen. Dass faunistisch noch manches zu thun bleibt, zeigt der Erfolg Andrés, der durch gewissenhafte Untersuchung in den Gewässern Arosas 15 Arten Rhizopoden feststellen konnte. Wenn also auch die folgende Zusammenstellung, nach den Daten von Perty, Studer, Imhof, Asper,

Digitized by Google

Heuscher, Pugnat, Fuhrmann, André und Zschokke, kaum annähernd vollständig ist, so widerlegt sie doch ohne weiteres Garbinis Ansicht, dass nur wenig Protozoen die Höhengrenze von 2000 m überschreiten.

Vertikale Verbreitung der Rhizopoden in den Hochalpen, über 1400 m.

Name	Zahl d. Fundorte	Höchster Fundort	m
1. Amoeba proteus L.	2	Faulhorn	ca. 2200
2. A. radiosa Ehrbg.	1	Lej Cavloccio	1908
3. Difflugia proteiformis Ehrbg.	7	Fibbia	ca. 2600
4. D. urceolata Carter	3	Wangsersee	2200
5. D. pyriformis Perty	45	Lac d'Orny supérieur	2820
6. D. constricta Ehrbg.	17	Lago Punta nera	2456
7. D. acuminata Ehrbg.	15	Schwarzsee (Graue Hörner)	2381
8. D. corona Wall.	2	Ritom	1829
9. D. globulosa Leidy	17	Lago Cadlimo	2513
10. D. lobostoma Leidy	2	Lago scuro	2453
11. D. acaulis Perty	1	St. Gotthard	ca. 2000
12. D. bicornis Pénard	1	Unterer Arosasee	1710
13. D. spiralis Leidy	1	Jardin du Valais	2610
14. Arcella vulgaris Ehrbg.	13	Lago Taneda	2293
15. A. aculeata Ehrbg.	1	Lej Cavloccio	1908
16. Euglypha alveolata Ehrbg.	3	Lej Cavloccio	1908
17. E. laevis Perty	2	Simplon	ca. 1900
18. E. filifera Pénard	3	Sumpf am Durannapass	2124
19. E. ciliata Ehrbg.	2	Oberer Arosasee	1740
20. Centropyxis aculeata Stein	20	Mittlerer See am Col de Fenêtre	2500
21. C. ecornis Stein	13	Jardin du Valais	2610
22. Lesquereusia spiralis Ehrbg.	4	Durannapass	2124
23. Quadrula symmetrica F. E. Schulze	1	Oberer Arosasee	1740
24. Nebela collaris Leidy	7	Passo dell'uomo	2302
25. Cyphoderia ampulla Leidy	9	Lej Sgrischus	2640
26. Trinema enchelys Ehrbg.	4	Lago Cadagno	1921
27. Actinophrys sol Ehrbg.	1	Lünersee	1943
28. Actinosphaerium eichhorni Ehrbg.	4	Lej Cavloccio	1908
29. Acanthocystis turfacea Carter	1	Silsersee	1796

Eine zweifelhafte Art ist *Acanthocystis brevicirhis* aus dem Oberstokensee, 1800 m.

Digitized by Google

Horizontale Verbreitung der Rhizopoden in den Hochalpen über 1400 m.

Name	Gebiet				
	Lac de Champex (Studer) 1460 m	St. Bernhard (Zschokke) 2420-2820 m	St. Gotthard (Fuhrmann) 1829-2513 m	Arosa (André) 1700-2450 m	Rhätikon (Zschokke) 1800-2340 m
Amoeba proteus L.	+	○	○	○	○
Difflugia urceolata Carter.	○	○	+	○	+
D. pyriformis Perty	+	+	+	+	+
D. constricta Ehrbg.	○	○	+	+	+
D. acuminata Ehrbg.	+	○	+	+	+
D. corona Wall.	+	○	+	○	○
D. globulosa Leidy	+	○	+	+	+
D. lobostoma Leidy	○	○	+	○	○
D. bicornis Pénard	○	○	○	+	○
D. spiralis Leidy	○	+	○	○	○
Arcella vulgaris Ehrbg.	+	○	+	+	○
Euglypha alveolata Ehrbg.	+	○	○	+	○
E. filifera Pénard	○	○	○	+	○
E. ciliata Ehrbg.	○	○	○	+	○
Centropyxis aculeata Stein	+	+	+	+	+
C. ecornis Stein	○	+	+	+	+
Lesquereusia spiralis Ehrbg.	+	○	○	+	○
Quadrula symmetrica F. E. Schulze	○	○	○	+	○
Nebela collaris Leidy	+	○	+	+	○
Cyphoderia ampulla Leidy	○	○	+	+	○
Trinema enchelys Ehrbg.	○	○	+	○	○
Actinophrys sol Ehrbg.	○	○	○	○	+

+ = vorhanden
○ = abwesend.

Die Tabellen belehren ohne weiteres über den durchaus kosmopolitischen Charakter der Rhizopodenfauna der Hochalpen. Sie zeigen zudem, dass die gewöhnlichsten Formen der Ebene auch im Gebirge die weiteste Verbreitung geniessen und gleichzeitig an die höchstgelegenen Fundorte vorrücken (viele Difflugien *Centropyxis*, *Arcella vulgaris*, *Cyphoderia ampulla*).

Ueber 2000 m erheben sich 17 Rhizopoden, über 2400 m 9, 2800 m überschreitet nur *Difflugia pyriformis*, die alpin am weitesten verbreitete Species.

Von See zu See schwankt die Rhizopodenvertretung in Bezug auf Zusammensetzung, sowie auf Art- und Individuenreichtum in oft weiten Grenzen. Einander nahe liegende Wasserbecken erweisen sich als sehr verschieden bevölkert; höher gelegene sind oft reicher belebt als tiefer liegende.

Digitized by Google

Nach **Fuhrmanns** Aufzeichnungen nenne ich folgendes Beispiel aus dem Gotthardgebiet.

Lago Ritom, 1829 m	7	Rhizopoden
Lago Cadagno, 1921 m	7	"
Sümpfe von Ritom, 1844 m	1	"
Sümpfe von Piora, 2106 m	4	"
Lago di Alpe, 2018 m	1	"
Lago Tom, 2023 m	3	"
Sümpfe Piano dei porci, 2200 m	5	"
Lago Passo dell'uomo, 2302 m	5	"
Lago Pizzo dell'uomo, 2305 m	1	"
Lago Corrandoni, 2359 m	1	"
Lago Pizzo Columbe, 2375 m	4	"
Lago Punta nera, 2456 m	6	"

Gar keine Wurzelfüsser fand **Fuhrmann** in den öden Geröllbecken Lago Lisera, 2344 m, und Lago Tenelin, 2450 m.

Aehnliche Erfahrungen machte **André**. Er vermisste Rhizopoden in Sümpfen von 1280 und 1750 m, sowie in einem kleinen See zwischen Mädrigerfluh und Thiejerfluh, 2160 m. Gleichzeitig erwiesen sich die Seen bei Arosa als sehr reich an Wurzelfüssern, 1710—1740 m. Auf dem Durannapass sammelte **André** noch 10 Rhizopoden-Arten, im See am Arosa-Schwarzhorn noch drei. Die beiden Lokalitäten liegen 2124 und 2450 m hoch.

Die reichere oder weniger reiche Entfaltung der Protozoen- und speziell der Rhizopodenfauna in Gebirgsseen scheint wenigstens teilweise dem Gedeihen der aquatilen Pflanzenwelt parallel zu gehen. Darauf hat wohl mit Recht schon **Heuscher** aufmerksam gemacht. Auch **Francé** betont, dass an ganz verschiedenen Orten durch ähnliche floristische Verhältnisse und Bodenbeschaffenheit einer ähnlich zusammengesetzten Protozoenfauna gerufen werden könne.

Damit stimmt die Thatsache, dass der pflanzenreiche Lac de Champex auch reich an Rhizopoden ist, während die öden Felsseen von Orny und des St. Bernhardgebiets nur wenige, resistente Difflugien beherbergen.

Auch im Rhätikon scheint die Entwicklung der Vegetation die Verteilung der Rhizopoden bis zu einem gewissen Grade zu beeinflussen. *Difflugia acuminata* lebt im warmen, seichten Garschinasee, sie tritt massenhaft im algenreichen Tümpel bei Partnun auf; in Tilisuna und im Lünersee wird das Tier schon selten, kalte, felsige oder geröllreiche Becken meidet es ganz. *D. globulosa* war nur in dem mit Pflanzen erfüllten Nordende des Partnunersees zu Hause, *D. urceolata* einzig in den Characeen von Tilisuna, während allerdings *D. constricta* in den einsamen Geröllsee des Gafienthals stieg. In allen Rhätikongewässern aber lebt der Kosmopolit *D. pyriformis*, scheinbar

Digitized by Google

ganz unabhängig von der Gunst oder Ungunst der äusseren Bedingungen. Der Rhizopode bewohnt alle Rhätikonseen mit einzigem Ausschluss der toten Becken an der Scesaplana und am Vierekerpass. Im Lünersee steigt er bis zu 80 m Tiefe hinab. Er gedeiht ebensogut in den warmen Tümpeln von Partnun und am Grubenpass, als im kalten Mieschbrunnen und in den schnellfliessenden Bächen, die von den Flanken der Sulzfluh dem Partnunersee zuströmen.

Centropyxis aculeata gehört mehr den Bächen, *C. ecornis* mehr den Seen und Tümpeln des Rhätikon an. Doch fehlt es dieser allgemeinen Verteilung von beiden Seiten nicht an Uebertretungen. Beide Formen vereinigen zahlreiche, durch verschieden starke Entwicklung der Stacheln charakterisierte Uebergangsstufen, so dass Leidy, wohl mit Recht, *C. aculeata* und *C. ecornis* als blosse Varietäten ein und derselben Species auffasst. Die stachellose Varietät bewohnt die Seen von Tilisuna und Garschina, die bestachelte Form die reissenden Bergbäche der Gegend von Partnun und Tilisuna und des Lünersees, den Mieschbrunnen und, vielleicht nur zufällig hineingeschwemmt, die Seen, in welche sich ihre heimatlichen Wasserläufe ergiessen. Immerhin fehlt *C. aculeata* auch nicht im kleinen Tümpel am Rellsthalsattel.

Häufig tritt von *C. aculeata* eine am blinden Ende stark sackartig aufgeblasene Gehäusevarietät mit sehr bedeutend excentrisch verschobener Mündung auf. Der der Mündung gegenüberliegende Rand trägt 8—10 Stacheln. Eine ähnliche Form fand P. Godet bei Neuenburg.

Die Verteilung der bestachelten und unbestachelten *Centropyxis* auf fliessendes und stehendes Wasser legt den Gedanken nahe, die Ausbildung von Schalenstacheln als Anpassung an das Leben im rasch strömenden Bache zu betrachten. Es dürften die Stacheln als Bremsvorrichtung in Anspruch genommen werden, ähnlich wie die den Röhren mancher in Bergbächen lebenden Phryganidenlarven angehängten Pflanzentrümmer. An der Ventralfläche des Gehäuses springen dort kräftige, schräg nach hinten und aussen gerichtete Holz- und Grasstäbchen weit hervor. Sie bilden einen wirksamen Bremsapparat auf dem Kies- und Sandgrund des Baches. In einem späteren Kapitel sollen die Eigentümlichkeiten der Fauna von Gebirgsbächen eingehender geschildert werden.

Die Stacheln von *Centropyxis aculeata* mögen übrigens auch den passiven Transport begünstigen, indem sie den Rhizopoden an Fremdkörpern haften lassen.

Actinophrys sol, ein Kosmopolit, der selbst vor dem Salzwasser nicht zurückschreckt, fand sich einzig im Lünersee, 1943 m. Immerhin deuten nicht sicher bestimmbare Trümmer auf seine Gegenwart auch in anderen Rhätikonseen hin.

Unter dem Eis des Lünersees sammelte ich *Difflugia acuminata*, *D. pyriformis* und *Centropyxis aculeata*, in überfrorenen Tümpeln auf der Passhöhe des St. Gotthard *Difflugia globulosa*.

Zur Vergleichung mit der Rhizopodenfauna der Hochalpen mag diejenige der

Digitized by Google

Hohen Tátra herangezogen werden. Nach von Dadays sorgfältigen Angaben stellte ich folgende Tabelle zusammen.

Rhizopoden der Hohen Tátra.

Name	Zahl d. Fundorte	Höchster Fundort m
1. Difflugia acuminata Ehrbg.	14	2019
2. D. pyriformis Perty	18	2019
3. D. globulosa Duj.	10	2019
4. D. corona Ehrbg.	2	1605
5. D. constricta Ehrbg.	2	2006
6. D. lobostoma Leidy	1	1605
7. D. urceolata Carter	10	2019
8. Pontigulasia spiralis Rhumb.	14	2019
9. Centropyxis aculeata Ehrbg.	3	2006
10. Arcella vulgaris Ehrbg.	7	2019
11. Arcella dentata Ehrbg.	1	1605
12. Euglypha alveolata Ehrbg.	6	2019
13. E. ciliata Ehrbg.	1	2006
14. Nebela carinata Ehrbg.	1	1606
15. Hyalosphenia tincta Leidy	2	1404
16. Orbulinella smaragdea Entz.	1	1534

Zusammensetzung und Verteilung der Rhizopodenfauna der Hohen Tátra schliessen sich eng an die uns bekannten alpinen Verhältnisse an. Von 16 Wurzelfüssern der Tátra kehren 11 in den Gewässern der Hochalpen wieder. Dazu gehören alle durch v. Daday gesammelten Vertreter der Gattung *Difflugia*.

Auch in der Tátra geniessen die Kosmopoliten die weiteste horizontale und vertikale Verbreitung. *D. pyriformis* speziell bewohnte alle 18 untersuchten Seen.

Zehn Rhizopoden überschreiten in der Tátra die Höhenquote von 1900 m; höher gelegene Seen beherbergen auch dort oft eine reichere Vertretung von Wurzelfüssern, als tiefer liegende, aber ungünstige Bedingungen bietende Wasserbecken.

Von Bedeutung für unsere Betrachtung über den Ursprung der Fauna hochalpiner Wasserbecken sind die Mitteilungen, die Pénard jüngst über die Rhizopoden der Tiefe der grossen subalpinen Seen machte. Er fand, dass die profunde Rhizopodenfauna des Genfer-, Neuenburger-, Murten-, Züricher-, Zuger-, Luzerner-, Thuner-, Brienzer- und Bodensees aus zwei Elementen besteht. Am häufigsten sind durchaus charakteristische, autochthone Formen, die der Fauna der Tiefe Physiognomie und Facies verleihen und die von den Rhizodopen der Ebene abweichen. Dazu gesellen sich Arten, die überall auftreten. Sie bleiben in der Seetiefe selten und tragen nichts zum charakteristischen

Digitized by Google

Stempel der Fauna bei. Zu den typischen Tiefenformen, denen Pénard glacialen oder vielleicht nordischen Ursprung zuschreiben möchte, gehören nun zahlreiche Arten, die im Hochgebirge das Seeufer und den Bach bewohnen. Hieher zählen eine Anzahl Formen von *Difflugia pyriformis* und von *D. acuminata* sowie *Centropyxis aculeata*. Letztere ist gerade einer der gewöhnlichsten Wurzelfüsser der flachen Alpengewässer. In anderen Tiergruppen werden wir ähnliche Thatsachen in Bezug auf Uebereinstimmung der Tiefenfauna der Ebene und der Litoralfauna des Hochgebirgs zu verzeichnen haben. Die Wertung dieser Verhältnisse in faunistischem und biologischem Sinn bleibt einem besondern Kapitel vorbehalten. Immerhin sei hier schon bemerkt, dass Schaudinn und Römer im hohen Norden Rhizopoden antrafen, welche den typischen Tiefenformen der subalpinen Ebene und gewissen Wurzelfüssern des seichten Hochalpensees entsprechen. Neben den zahlreichen Kosmopoliten stellen also gerade gewisse Rhizopoden lokalisiert auftretende Kaltwasserbewohner dar.

2. Flagellata.

Auf die biologische Elastizität der Flagellaten macht in seinem grossen Protozoenwerke Bütschli aufmerksam. Unter dem Drucke nachteiliger äusserer Einflüsse, Austrocknung, faulige Verderbnis des Wassers, Nahrungsmangel, Anbruch der kalten Jahreszeit, bilden die meisten Geisselträger Dauercysten. Speziell für die Peridineen tritt, wie Schilling sagt, bei sinkender Temperatur, bei lange anhaltender ungünstiger Witterung, oder wenn dem Wasser durch Fäulnis Sauerstoff entzogen wird, Kapselbildung ein. *Ceratium* entwickelt vor Eintritt des Winters „gehörnte Cysten".

Die dem Gedeihen der Flagellaten gezogenen Temperaturgrenzen erweisen sich zudem als äusserst weite. Bütschli erinnert daran, dass die Gattung *Haematococcus* polar und hochalpin Temperaturen weit unter 0° zu ertragen habe. Mit *H. nivalis* aber ist *H. lacustris* der Ebene identisch oder nahe verwandt. So erklärt sich leicht der kosmopolitische Charakter mancher Flagellaten. Die Fähigkeit in aktivem und passivem Zustand äusseren Fährlichkeiten zu trotzen und die Möglichkeit der Verschleppung der Dauercysten stempelt die uns beschäftigenden Organismen zu Weltbürgern.

Wie in anderen Tiergruppen sind es aber auch hier die am meisten kosmopolitisch verbreiteten Genera, welche in zahlreichen Arten und in breiter Front hoch in die Gebirge vordringen. Das bezieht sich vor allem auf die Gattungen *Ceratium*, *Dinobryon*, *Euglena* und *Peridinium*. Ueber vertikale und horizontale Ausstreuung der Flagellaten in den Hochalpen mag die folgende Tabelle aufklären. Formen, welche für die Zusammensetzung der Gebirgsfauna von besonderer Wichtigkeit sind, sollen weiter unten noch nähere Besprechung erfahren. Die systematische Berechtigung mancher der von Perty und Imhof aufgestellten Arten unterliegt ernsthaften Zweifeln.

Digitized by Google

Hochalpine Flagellaten.

Name	Zahl d. alpin. Fundorte über 1500 m	Höchster Fundort
1. Ceratium hirundinella O. F. M.	31	2558 m, Schwarzsee a. Matterhorn
2. C. cornutum Ehrbg.	1	1810 m, Lej Marsch, Engadin
3. Peridinium tabulatum Ehrbg.	6	2222 m, Lago nero, Bernina
4. P. monadicum Perty	1	2100 m, St. Gotthard
5. P. cinctum Ehrbg.	1	2106 m, Sümpfe bei Piora
6. P. pulvisculus Perty	3	2144 m, Grimsel
7. Dinobryon sertularia Ehrbg.	12	2500 m, See von Tempesta
8. D. elongatum Imh.	1	1825 m, Oberer Murgsee
9. D. divergens Imh.	3	1740 m, Oberer Arosasee
10. Euglena viridis Ehrbg.	10	2144 m, Todtensee auf Grimsel
11. E. sanguinea Ehrbg.	3	2110 m, Tümpel bei Arosa
12. E. deses Perty	1	? Torftümpel a. Unteraargletsch.
13. Uroglena volvox Ehrbg.	3	1825 m, Oberster Murgsee
14. Astasia margaritifera Schmrd.	1	2144 m, Todtensee Grimsel
15. A. pusilla Perty	1	2100 m, St. Gotthard
16. Synura uvella Ehrbg.	1	1782 m, Lac des chalets
17. Anisonema grande Ehrbg.	?	2500 m, Tirol
18. Cercomonas crassicauda Stein	?	1600 m, Tirol
19. Anthophysa vegetans O. F. M.	?	1600 m, Tirol
20. Heteromita amyli Cienkowsk.	?	1600 m, Tirol
21. Phacus longicaudus Ehrbg.	?	1600 m, Tirol
22. Trachelomonas acuminata Schmrd.	?	1600 m, Tirol
23. Ph. pleuronectes Nitsch.	?	1874 m, Pfütze b. Grimselhospiz
24. Salpingoeca convallaria Stein	1	1794 m, Campfersee.

Die Arten 17—22 entstammen den Zusammenstellungen v. Dalla Torres. Als alpin erwähnt Perty noch *Peridinium alpinum* und *Trachelomonas volvocina.* Unbestimmte Formen von *Peridinium* zitieren Imhof, Asper und Heuscher aus dem Davosersee (1561 m), dem unteren Seewensee (1621 m) und dem unteren Murgsee (1672 m); während *Dinobryon*-Arten ohne nähere Bezeichnung von Grimsel und St. Gotthard gemeldet werden.

Im allgemeinen zeigt die Tabelle, dass die in Ebene und Gebirge horizontal am weitesten verbreiteten Arten vertikal auch am höchsten in die Alpen emporsteigen.

Die Gattung *Ceratium*, die in süssem und salzigem Wasser lebt und aus Europa, Asien, Amerika bekannt ist, sendet in zahlreichste Alpenseen ihren Vertreter *C. hirundinella.* Aus den Gebirgen Savoyens kennt Pugnat das Infusorium; Pitard nennt das

Digitized by Google

Tier aus fünf Seen der Waadtländeralpen von 1411—1509 m, und aus dem Daubensee auf der Passhöhe der Gemmi, 2206 m, aber nicht 2714, wie P. falsch angiebt. Daran schliessen sich die hochgelegenen Fundorte im Wallis, Sfozzeray, Chanrion und Schwarzsee am Matterhorn, 2400—2558 m, die durch Brun bekannt wurden. Studer erbeutete das Tier im Lac de Champex. Die zahlreichsten Fundorte für *C. hirundinella* aus dem Gotthardgebiet und Tessin nennt Fuhrmann bis 2453 m. aus Graubünden bis 1930 m, See von Palü, Imhof. Asper und Henscher trafen das Tier bis in die höchsten Bergseen St. Gallens, 2105—2400 m.

Ceratium hirundinella spielt also im Plankton grösserer stehender Gewässer der Hochalpen zu gewissen Jahreszeiten eine ungemein wichtige Rolle. Dem entspricht seine weite Ausbreitung über den Erdball hin. Carter fieng dieselbe Flagellate im See Cumnon, 1500 m, im Himalaya, Barrois im See Tiberias, Levander im sich aussüssenden Wasser des finnischen Busens, Reighard im nordamerikanischen Lake St. Clair, Kofoid im Michigansee. Die Flagellate gehört auch Ceylon und den Azoren an.

In denselben Seen Nordamerikas, sowie im Meer und in Tümpeln Finnlands kehrt *Peridinium tabulatum* wieder, das ebenfalls dem Plankton mancher Hochalpenseen angehört. Weitere Wohnstätten sind bekannt aus Ceylon, Neuseeland, Syrien und von den Azoren.

Nicht minder resistent ist die Gattung *Dinobryon*, die nach Imhof auch unter dem winterlichen Eis aushält. *D. sertularia* speziell ist im Süss- und Salzwasser Finnlands zu Hause und bewohnt die grossen nordamerikanischen Seen. In Lille passt sich, nach Moniez, daselbe Tier den unterirdischen Gewässern an. Barrois kennt es aus den Kraterseen der Azoren. Im Gebiet von Gotthard, Grimsel und Bernina, und nach eigenen Erfahrungen auch im Rhätikon, kommt *D. sertularia* pelagisch vor. Imhof will im beschränkten geographischen Bezirk von Bernina und Puschlav eine alpine Varietät entdeckt haben. Das von Imhof ungenügend charakterisierte *Dinobryon divergens* ist jüngst durch Chodat genauer beschrieben worden. Es gehört ausser ganz Europa auch einigen Seen Nordamerikas an.

Von *Glaucoma scintillans* und *Euglena viridis* möchte ich das durch Perty verbürgte Vorkommen in heissem Wasser — 35° C. — bei Leuck erwähnen. Beide Formen bewohnen, wie auch *Euglena sanguinea*, hauptsächlich kleinere Tümpel. Als Alpenform führt Perty ein *Glenodinium alpinum* an.

Auch in anderen Hochgebirgen erklimmen Flagellaten eine beträchtliche Höhe und wieder sind es die Kosmopoliten, die ihren Verwandten vertikal weit voraneilen.

J. de Guerne und J. Richard führen für die Pyrenäen an:

Dinobryon spec. Lac Orédon, 1869 m.

Ceratium longicorne Perty Lac Aumar, 2215 m.

v. Daday kennt aus 18 Seen der Hohen Tátra:

Dinobryon stipitatum Stein in 1 See, 1404 m.

Digitized by Google

Peridinium cinctum Ehrbg. in 7 Seen bis 2019 m.

Ceratium hirundinella O. F. M. in 9 Seen bis 2019 m.

Im grössten der untersuchten Wasserbecken, dem Fischsee 1404 m, der mit seiner Fläche von 32 ha und seiner Tiefe von 50 m dem pelagischen Leben Vorschub leistet, tummelten sich gleichzeitig alle drei genannten Flagellaten.

Aus zwei Gebirgsseen des Kaukasus bestimmte endlich Richard *Ceratium longicorne* Perty, eine Form, die derselbe Autor im hohen Norden, im Imandrasee der Halbinsel Kola und auf Island wieder fand.

Die Formveränderlichkeit mancher Flagellaten, besonders aber der Gattungen *Ceratium* und *Dinobryon*, ist nach dem Urteil aller Autoren eine sehr weitgehende. Doch hat sich gezeigt, dass die meisten der Formen unter sich durch zahllose Uebergänge verbunden sind und höchstens lokale und jahreszeitliche Variationen darstellen. Lauterborn und Zacharias betonen speziell die Neigung von *Ceratium* zum Saisonpolymorphismus. Ob eigene alpine Varietäten von *Ceratium* existieren, lässt sich nach dem heutigen Stand unserer Kenntnisse kaum entscheiden. Jedenfalls ist die Aufstellung der *var. glaronense* und der *var. montanum* von *C. hirundinella* durch Asper und Heuscher verfrüht, solange das Verhältnis dieser Formen zur lokalen und zeitlichen Variation unbekannt bleibt.

Ceratium glaronense wurde eine breite Peridinee aus dem Thalalpsee, 1105 m, genannt, *C. montanum* eine schlanke, grosse Form aus den Toggenburgerseen.

Gemäss Zacharias' Angaben sollen die Ceratien der norddeutschen Seen in ihrer Form von denen südlicherer Becken — Genfersee, Comersee — abweichen.

Euglena sanguinea Perty tritt in den Alpen oft in sehr intensiv roter Färbung auf. Thomas stiess bei Arosa auf einen durch *Euglena* blutrot gefärbten Tümpel in der Höhe von 2110 m. Eine ganz ähnliche Beobachtung wird mir von der Lenzerheide berichtet. Vielleicht bildet diese Rotfärbung der Flagellate eine Parallele zu dem äusserst grellroten Colorit, das Alpenbewohner der verschiedensten niederen Tiergruppen des Süsswassers auszeichnet. Wir werden darüber bei der Besprechung der Hydren, Cyclopiden, Calaniden und Cladoceren mehr hören. Die rote Farbe charakterisiert aber auch alpine Turbellarien, Harpacticiden und Rotatorien — *Pedalion* im See von Val Campo, 2370 m. Ihre Intensität scheint sich mit der Höhenlage zu steigern.

Ueber den Lebenscyclus von *Ceratium hirundinella* im oberen See von Arosa, 1740 m, kann ich folgende Angaben machen.

Datum	Temp. °C.	Eisdicke cm	Häufigkeit von Ceratium
9. Nov. 1892	4,7	—	Häufig
17. Nov. 1892	3,8	—	An Zahl abnehmend
30. Nov. 1892	2,2	10	Vereinzelt
17. Dez. 1892	2,2	23	Fehlt

Digitized by Google

Datum	Temp. °C.	Eisdicke cm	Häufigkeit von Ceratium
5. Jan. 1893	0,5	45	Fehlt
28. Jan. 1893	0,2	65	Fehlt
8. Febr. 1893	1,2	71	Fehlt
4. März 1893	0,0	60	Fehlt
24. April 1893	1,1	Eis löst sich	Fehlt
30. April 1893	6,1	Eisfrei	Fehlt
14. Mai 1893	11,8	—	Fehlt
2. Juni 1893	10,8	—	Fehlt
28. Juni 1893	14,6	—	Massenhaft
29. Sept. 1886 (nach Imhof) .	—	—	Massenhaft

Die Zusammenstellung scheint deutlich zu beweisen, dass mit der sinkenden Temperatur und dem Eisschluss des Wassers *Ceratium hirundinella* Dauercysten bildet, um erst dann zum aktiven Leben zurückzukehren, wenn das heimatliche Element gründlich durchwärmt ist. Die Winterruhe beträgt für die Flagellate in einem See von mässiger Höhenlage (1740 m) 6—7 Monate. Auf sie folgt im Hochsommer und wohl bis in den Spätherbst andauernd eine Periode regster Vermehrung.

In ähnlichem Sinne sprechen die aus den Angaben von Asper, Heuscher, Imhof, Fuhrmann, Pitard u. a. zusammengetragenen Zahlen.

Ceratium hirundinella in Hochgebirgsseen.

Lokalität	Höhe m	Datum	Häufigkeit
1. Seelisbergersee . .	753	30. Juni	
2. Laaxersee	1020	25. Sept.	
3. Davosersee	1561	23. Sept.	Ungeheure Mengen
4. Unterer Arosasee . .	1700	27. Sept.	Unmengen
5. Oberer Arosasee . .	1740	27. Sept.	Unmengen
6. St. Moritzersee . . .	1771	24. Aug.	
7. Campfersee	1794	24. Aug.	Massenhaft
8. Silvaplanersee . . .	1794	24. Aug.	
9. Silsersee	1796	1. Aug.	Massenhaft
10. God Surlej	1890	7. Sept.	
11. Palü	1993	7. Aug.	
12. Lago Ritom . . .	1829	27. Juli 6. Okt.	
13. Cadagno	1921	27. Juli 6. Okt.	

Digitized by Google

Lokalität	Höhe m	Datum	Häufigkeit
14. Taneda	2293	27. Juli	
15. Lago scuro	2453	1. Aug.	
16. Lac de Chavonnes .	1696	7. Aug.	
17. Thalalpsee	1105	22.-23. Mai	Unmengen
		16. Juli	Nicht häufig
		21. Aug.	Unmengen
		27. Sept.	Unmengen
18. Unterster Murgsee .	1673	26. Sept.	Spärlich
19. Viltersersee	1902	3. Aug.	
20. Wangsersee . . .	2200	4. Aug.	
21. Schottensee	2342	4. Aug.	
22. Wildsee	2438	4. Aug.	

Die Zahlen zeigen, dass *C. hirundinella* während des Hochsommers in alpinen Seen eine allgemeine und starke Entwicklung besitzt. In niedriger gelegenen Wasserbecken — Thalalpsee 1105 m — beginnt die Periode der Flagellate früher, als in höher sich findenden Seen. Innerhalb der Sommerentwicklung scheinen in der Häufigkeit von *C. hirundinella* starke Schwankungen einzutreten, und auch der Cyclus der sich folgenden Jahre dürfte sich in Bezug auf Eintritt der Maximalvermehrung nicht genau decken. Das entspricht den Beobachtungen, die an Ceratien von Gewässern der Ebene gemacht worden sind. Im Vilterserseee fehlte, nach Heuscher, am 17./18. August *C. hirundinella*, während das Tier im Vorjahre zu ungefähr derselben Jahreszeit häufig war.

Das Verhalten von *C. hirundinella* in Gewässern der Ebene charakterisiert Lauterborn. Er nennt den Organismus eine typische, limnetische Sommerform. In den Altwässern des Rheins fehlt das Tier während der ganzen kalten Jahreszeit. Ende März erscheinen vereinzelte Exemplare; die sich steigernde Vermehrung führt zu einem ungeheuren Zahlenmaximum im Juli und August. Schon Mitte September meldet sich eine starke Abnahme und Ende Oktober verschwinden die letzten vereinzelten Individuen. Gleichzeitig durchläuft *Ceratium* einen ausgesprochenen, im Bau des Panzers sich anzeigenden Saisonpolymorphismus. Im geschilderten Cyclus können kleine Schwankungen in Bezug auf den Moment der Maximalvertretung vorkommen, ohne dass indessen die grosse Gesetzmässigkeit gestört würde. Dasselbe Schema der periodischen Entwicklung gilt für die meisten untersuchten Gewässer.

Zu ganz ähnlichen Schlüssen gelangten für norddeutsche Seen Seligo, Apstein und Zacharias.

Seligo vermisste *C. hirundinella* unter dem Eis. Kurz nach dem Eisbruch stellten sich spärliche Individuen ein. Im Geserichsee lösten sich *C. hirundinella* und *C. cornutum* in zeitlicher Folge ab.

Digitized by Google

Auch im Plönersee fällt, nach Zacharias, die üppigste Entwicklung von *Ceratium* in die Zeit der höchsten Wassertemperatur, Juni bis August. Von Mitte November bis Mitte März verschwindet das Tier aus dem Plankton; Ende April erscheint es oft schon massenhaft, am 10. Oktober wird die Abnahme seiner Zahl schon recht fühlbar. Auch Zacharias fiel die periodische Formveränderung der Flagellate auf.

Apstein endlich konnte für *Ceratium* in den von ihm geprüften Seen genau denselben Entwicklungsgang mit Beginn im März, Maximum der Vertretung im Juli und August und Ausklingen gegen den November feststellen. Im Januar fand er wieder vereinzelte Exemplare. In der Ostsee bei Kiel dagegen, soll die Ceratienperiode erst im Herbst anheben. Doch fand Levander die Peridinee im Hafen von Helsingfors und der Ebobucht im Mai und Juli. Im letztgenannten Monat trat *Ceratium* auch in finnischen Binnenseen auf.

Für den jüngst von Zacharias untersuchten Arendsee gilt das bekannte Periodicitätsgesetz ebenfalls.

Kaum verschieden von der Entwicklungsbahn, die für Deutschland geschildert wurde, verläuft der jährliche Cyclus von *C. hirundinella* in manchen Seen der schweizerischen Hochebene. Heuscher fieng das Tier am 17. April und 4. Mai massenhaft im Zürichsee, im September in allmälig sinkender Menge im Sempachersee. Dort trat *C. hirundinella* vereinzelt auch noch am 3. Dezember auf. Auch Amberg beobachtete 1896 die Ceratien im Zürichsee nur vom Mai bis November. Dagegen perennieren, nach dem eben genannten Autor und nach Fuhrmann, die Tiere im kleinen und seichten Katzensee und im Neuenburgersee. In beiden Gewässern erreichen sie ihre Maximalvertretung im August. In kleinen, flachen Becken Norddeutschlands (Edebergsee) fieng Zacharias die Flagellate auch noch Ende November.

Alle angeführten Daten berechtigen uns zum Schluss, dass der Jahrescyclus von *C. hirundinella* in Ebene und Hochgebirge nach demselben Prinzip verläuft. Die hochalpinen Einflüsse machen sich aber insofern geltend, als mit der steigenden Höhenlage und dem längeren Eisschluss des Wohnorts die Zeit der Winterruhe verlängert wird. Sie beträgt in der Ebene 3—4, im Gebirge 6—8 Monate. Die Verlängerung kommt ausschliesslich durch späteres Erwachen im Frühjahr zu Stande; während die Bildung der Dauercysten für Ebene und Alpen in ungefähr dieselbe Epoche fällt.

Der Jahrescyclus von *Dinobryon divergens* Imh. spielte sich im obern Arosasee, 1740 m, dem höchsten bekannten Fundort dieser Chrysomonadine, in folgender Weise ab.

Datum	Temp. °C.	Eisdicke cm	Häufigkeit
9. November 1892	4,7	—	Häufig
17. November 1892	3,8	—	Häufig
30. November 1892	2,2	10	Einzeln

Digitized by Google

Datum	Temp. °C.	Eisdicke cm	Häufigkeit
17. Dezember 1892	2,2	23	Fehlt
5. Januar 1893	0,5	45	Fehlt
28. Januar 1893	0,2	65	Fehlt
8. Februar 1893	1,2	71	Fehlt
4. März 1893	0,1	60	Fehlt
24. April 1893	1,1	[illegible]	Fehlt
30. April 1893	6,1	Eisfrei	Fehlt
14. Mai 1893	11,8	—	Fehlt
2. Juni 1893	10,8	—	Fehlt
28. Juni 1893	14,6	—	Fehlt
29. Sept. 1886 (Nach Imhof)	—	—	Massenhaft

Es scheint also *Dinobryon divergens* zu derselben Zeit wie *C. hirundinella* im Arosasee selten zu werden, oder zu fehlen und später als die genannte Peridinee wieder aufzutreten, oder häufig zu werden.

Auch im Thalalpsee, 1105 m, wurde nach Heuscher, *D. divergens* später häufig, als *C. hirundinella*. Den mittleren Seewenalpsee, 1622 m, erfüllte das Tier in gewaltiger Menge am 3. Juni. So scheint also auch *D. divergens*, ähnlich wie *Ceratium*, in niedriger gelegenen Gebirgsgewässern früher zum aktiven Leben zurückzukehren, als in höher liegenden.

Uebereinstimmende Berichte mehrerer Autoren lassen *D. divergens* auch für die Ebene als Sommerform erkennen. Im Plönersee konstatierte Zacharias die Monadine vom Frühjahr bis Herbst, besonders häufig aber vom April bis Ende Juni. Apstein spricht sich dahin aus, dass das Tier im April häufiger zu werden beginnt, um im Juni einen gewaltigen Anteil an der Zusammensetzung des Planktons zu nehmen. Schon im Mai werden Dauercysten gebildet, die bis zum folgenden Frühjahr im Schlamm der Gewässer ruhen. Im Juli und August nimmt die Zahl der Dinobryonkolonien ab, um im September gering zu werden. Die aktive Lebensdauer der Species würde also im Jahr nur etwa fünf Monate betragen.

Damit lassen sich auch teilweise Heuschers Angaben vom Zürichersee in Einklang bringen. *Dinobryon divergens* überflügelte durch massenhaftes Auftreten in der ersten Hälfte Mai *Ceratium hirundinella*, das im April häufiger war. Es folgt dann ein starker Rückgang der Zahl und endlich Anfang bis Mitte September ein neuer, gewaltiger Aufschwung, an dem aber allerdings auch *D. elongatum* Imh. beteiligt ist. Im Sempachersee schmolz *D. divergens* im Laufe des Monats Dezember an Zahl stark zusammen. Den Neuenburgersee erfüllt *Dinobryon* im Mai in ungemessenen Mengen; es bleibt im Juni noch häufig, um später selten zu werden. Im Katzensee nimmt seine Zahl im Winter bedeutend ab.

Im allgemeinen lässt sich wohl behaupten, dass *D. divergens* in Ebene wie Ge-

Digitized by Google

birge etwas später aus den Dauercysten erwacht, als *C. hirundinella*. In den Alpen wird mit steigender Höhe des Wohnorts das Erscheinen der Flagellate sehr tief in den Sommer verlegt. Dagegen scheint sich dort das aktive Leben der Art weiter in den Spätherbst auszudehnen, als in Gewässern des Flachlands. So ist der Unterschied in der Zeitdauer der aktiven Vermehrung für Ebene und Alpen lange nicht so bedeutend, wie bei *Ceratium hirundinella*. Die Periode freien Lebens beträgt für die Standpunkte der Ebene 5—5½ Monate, für solche des Gebirgs wahrscheinlich etwa 4½ Monate. Es handelt sich also bei *D. divergens* nicht sowohl um eine Verkürzung, als vielmehr um eine Verschiebung des aktiven Lebens durch die hochalpinen Bedingungen, während bei *Ceratium hirundinella* Verkürzung und Verschiebung gleichzeitig eintritt.

Leider fehlen die nötigen Notizen, um ein Bild vom Lauf der Jahresentwicklung von *Dinobryon sertularia* Ehrbg. zu entwerfen. Die folgenden Angaben Imhofs und Pitards genügen gerade, um die Wichtigkeit der Art für das Hochsommerplankton von Alpenseen zu beweisen.

Dinobryon sertularia Ehrbg.

Fundort	Höhe m	Datum	Häufigkeit
1. Lac de Chavonnes .	1696	7. Aug.	Häufig
2. Poschiavo	962	10. Aug.	Häufig
3. Bosco della Palza .	1860	20. Aug.	Sehr häufig
4. Viola	2163	11. Aug.	Mässig häufig
5. Lago Nero . . .	2222	12. Aug.	Massenhaft
6. Lago Bianco . . .	2230	12. Aug.	Sehr häufig
7. Crocetta	2307	12. Aug.	Sehr häufig
8. Tempesta	2500	Aug.	Sehr häufig

Es mag endlich bemerkt werden, dass Dinobryen unter dem Eis des Zürichsees im Winter 1890/91 ausharrten. Auch Lauterborn berichtet, dass in den Altwässern des Rheins Vertreter der Gattung *Dinobryon* den Winter ziemlich zahlreich überdauern. Nach Neujahr nimmt ihre Zahl rasch zu, um im April und Anfang Mai und später noch einmal im September ein gewaltiges Maximum zu erreichen. So verhält sich auch *D. divergens*, dessen Cyclus sich somit in den von Lauterborn untersuchten Rheinarmen nach anderem Schema abspielen würde, als in den norddeutschen Seen und im obern See von Arosa. Dass Dinobryen und Ceratien auch im Neuenburgersee und Katzensee den Winter in reduzierter Zahl überdauern, wurde bereits gesagt.

Peridinium tabulatum Ehrbg. erscheint nach Apstein im Frühjahr im Plankton der holsteinischen Seen und nimmt bis im Juli an Häufigkeit zu. Bis zum Oktober sinkt die Zahl langsam; im Winter fehlt die Peridinee ganz. Ueber ihren Cyclus in den Hochalpen sind unsere Kenntnisse dürftig.

Digitized by Google

Peridinium tabulatum Ehrbg.

Fundort	Höhe m	Datum	Häufigkeit
1. Lac de Chavonnes .	1696	7. Aug.	Häufig
2. Davosersee . . .	1561	23. Sept.	Selten
3. Oberer Arosasee .	1740	27. Sept.	Ziemlich häufig
4. Lago Nero (Bernina)	2222	12. Aug.	

Levander fand *P. tabulatum* im Löfösund im Mai, in Tümpeln im September. Vom Oktober bis Ende April fehlte die Form, nach Zacharias, im Plönersee, in dem sie während der Monate Juni und Juli in Maximalzahlen auftrat. Amberg kennt *P. tabulatum* und *P. bipes* für den Katzensee nur im Frühlung und Herbst. Dagegen fieng Lauterborn *P. tabulatum* auch im Winter in Gewässern der Oberrheinebene in Gesellschaft von *Dinobryon sertularia, D. stipitatum* und besonders von *Peridinium bipes* und *Synura uvella.*

Uroglena volvox Ehrbg. endlich bevölkerte, wie Heuscher schreibt, den obersten Murgsee, 1825 m, am 12. Juni nur vereinzelt. Ihre Zahl wurde sehr bedeutend im Juli und August, um im September stark zu sinken. Jetzt überwogen im Plankton Rotatorien wie *Anuraea longispina, A. aculeata* und *Polyarthra platyptera.*

Am 16. Juli war *Uroglena* auch im Thalalpsee massenhaft vertreten, 1105 m.

Alle Ausführungen stimmen darin überein, dass der Lebenscyclus der Flagellaten in erster Linie durch Temperaturverhältnisse geregelt wird. Der langandauernde Winter der Hochalpen, der die Seen mit einer dicken Eisdecke schliesst, beeinflusst den jährlichen Entwicklungsgang der Geisselinfusorien in hohem Grade. In manchen Seen der Ebene perennierende Formen scheinen im Gebirge vollständige Winterruhe einzugehen.

3. Ciliata.

Mit vollem Recht bezeichnet Bütschli eine grosse Zahl von Wimperinfusorien als Kosmopoliten. So bewohnen u. a. die Gattungen *Paramaecium, Vorticella, Cothurniopsis, Cothurnia, Epistylis* das süsse und salzige Wasser der verschiedensten Erdteile. Auch *Lagenophrys* und *Opercularia* geniessen eine äusserst weite Verbreitung. Alle diese Gattungen aber treten mit grosser Regelmässigkeit in den Hochgebirgsseen und speziell in den Gewässern des Rhätikon auf.

Gegen tiefe Temperatur erweisen sich die Ciliaten als äusserst resistent. Unter der Eisdecke leben die meisten oder alle Arten weiter. Dem Einfrieren widerstehen die Dauercysten, während die nicht eingekapselten Tiere dem Frost erliegen. Die weitentwickelte Fähigkeit, Kapselzustände zu bilden, ermöglicht gerade den Ciliaten Besied-

Digitized by Google

lung hochgelegener Gewässer und Ausdauer unter den oft so ungünstigen äusseren Bedingungen der neuerworbenen Wohnsitze im Hochgebirge.

Schon Perty fiel der Reichtum der hochalpinen Gewässer an Wimperinfusorien auf. Mit der steigenden Höhe des Wohnorts schien die Infusorienvertretung an Zahl von Arten und Individuen kaum abzunehmen. Er erbeutete Ciliaten ebensogut in den Eistümpeln des Lämmerngletschers, 2310 m, als in den warmen Quellen von Leuk (44° C.). Die folgende Zusammenstellung wird zeigen, dass Infusorien sich im Gebirge noch bedeutend höher erheben. So fand ich z. B. Crustaceen und Anneliden des St. Bernhardsees mit sessilen Peritrichen reichlich besetzt.

Aus mässiger Höhe, vom Brennersee in Tirol, 1300 m, meldet von Dalla Torre *Trachelophyllum apiculatum* Perty, *Gastrostyla steinii* Engelm., *Loxodes rostrum* Ehrbg., *Plagiopogon coleps* Stein, *Amphileptus gigas* Clap. et Lachm., *Pleuronema chrysalis* Ehrbg., *Leucophrys patula* Müll. und *Didinium nasutum* Müll.

Ueber die Infusorienwelt höher gelegener Gewässer der Alpen vereinige ich in der folgenden Liste mit eigenen Notizen die Angaben von Asper, v. Dalla Torre, Fuhrmann, Heuscher, Imhof, Pavesi, Perty, Pugnat und Studer. Die Tabelle besitzt einen stattlichen Umfang, trotzdem nach Infusorien in Hochalpenseen nur selten speziell gesucht wurde, und noch seltener die Bestimmung der gefundenen Ciliaten durchgeführt werden konnte. Sie spricht so deutlich für den noch unbekannten Reichtum der Alpengewässer an Infusorien.

Name	Höchster Fundort	m	Bemerkungen
1. Prorodon vorax Perty	Todtensee-Grimsel	2144	
2. Lacrimaria spec.	Lac de Champex	1466	
3. Coleps hirtus O. F. M.	Engstlenalp	1700	
4. Leucophrys patula Ehrbg.	Grimselhospiz	1874	
5. Lionotus anser Ehrbg.	Todtensee-Grimsel	2144	Alpin verbr.
6. L. fasciola Ehrbg.	Tirol, Stockhorn	1600	
7. Loxophyllum meleagris O. F. M.	Wangsersee	2200	
8. Loxophyllum spec.	Lago Pizzo dell'uomo	2305	
9. Amphileptus margaritifer Ehrbg.	Wangsersee	2200	
10. Ophryoglena griseo-virens Perty	Wangsersee	2200	
11. O. versuta Perty	Todtensee-Grimsel	2144	
12. O. farcta Duj.	Oberalp	?	
13. O. paramecioides Perty	Gotthard	2100	
14. Paramaecium aurelia O. F. M.	Oberstokensee	1658	
15. Paramaecium spec.	Weiher an Kirchlispitzen	2100	

Digitized by Google

Name	Höchster Fundort	m	Bemerkungen
16. Colpoda (Loxodes) rostrum Ehrbg.	Grimsel- u. Gotthard-seen	2140	
17. C. cucullus Ehrbg.	Faulhorngipfel	2635	In Schweiz u. Tirol alpin verbreitet.
18. Colpidium colpoda Ehrbg.	Bachalpsee, Gotthard	2100	Verbreitet.
19. Glaucoma scintillans Ehrbg.	Lämmerngletscher	2310	
20. Cinetochilum margaritaceum Ehrbg.	Grimsel, Gotthard	2100	
21. Cyclidium glaucoma Ehrbg.	Gotthard	2100	
22. Chilodon cucullulus O. F. M.	Schwarenbach	2065	
23. Spirostomum ambiguum Ehrbg.	Wangsersee	2200	
24. Stentor coeruleus Ehrbg.	Mittlerer Murgsee	1815	
25. Stentor polymorphus Ehrbg.	Wangsersee	2200	Verbreitet.
26. St. roeselii Ehrbg.	Gotthard	2100	
27. St. igneus Ehrbg.	Stubai (Tirol)	2000	
28. St. niger Ehrbg.	Todtensee-Grimsel	2144	
29. Stentor spec.	Campfersee	1794	
30. Oxytricha pellionella O. F. M.	Grimselhospiz	1874	
31. O. piscis Perty	Gotthard	2100	
32. O. gibba Ehrbg.	Stockhorn	1700	
33. O. fusca Perty	Sanetsch	1800	
34. Coccudina crystallina Perty	Siedelhorn	2400	
35. C. costata Duj.	Gotthard	2100	
36. Stylonichia pustulata O. F. M.	Schwarenbach	2065	
37. St. mytilus O. F. M.	Stubai (Tirol)	2000	Verbreitet.
38. Euplotes charon Ehrbg.	Gotthard	2100	
39. Aspidisca lynceus Ehrbg.	Grimselsee	1874	
40. Halteria grandinella O. F. M.	Faulhorn	2400	
41. Gerda spec.	Ritomsee	1829	
42. Vorticella nebulifera Ehrbg.	Wangsersee	2200	Erscheint unmittelb. n. Schneeschmelze
43. V. citrina Ehrbg.	Oberhalb Kandersteg	1500	
44. V. microstoma Ehrbg.	Garschinasee	2189	Beide alpin verbreitet.
45. V. convallaria L.	Gotthard	2100	
46. V. chlorostigma Ehrbg.	Mittlerer Murgsee	1815	
47. Vorticella spec.	Lago Punta nera	2456	Alpin sehr verbreitet.
48. Carchesium polypinum L.	Tirol	1800	

Digitized by Google

Name	Höchster Fundort	m	Bemerkungen
49. Carchesium spec.	Unterer Seewenalpsee	1621	
50. Epistylis plicatilis Ehrbg.	Garschinasee	2189	
51. E. brevipes Cl. et L.	Lago Corrandoni	2359	
52. E. flavicans Ehrbg.	Weiher an d. Kirchlispitzen	2100	
53. E. lacustris Imhof	Weissensteinsee	2030	
54. E. anastatica Ehrbg.	Tümpel am Unteraargletscher	1800	
55. Epistylis spec.	Lago Pizzo Columbe	2375	Alpin sehr verbreitet.
56. Opercularia nutans Ehrbg.	Gafiensee	2313	In den Alpen Graubds. verbreitet.
57. Cothurnia spec.	Lago Corrandoni	2359	
58. Cothurniopsis vaga Schrk.	Garschina	2189	
59. Lagenophrys vaginicola Stein	Lünersee	1943	
60. L. ampulla Stein	Lej Cavloccio	1908	

In seiner Arbeit über die mikroskopische Fauna der Alpen und der italienischen Schweiz erwähnt Perty noch folgende Ciliaten als alpin, ohne sie indessen später in seinem Hauptwerk wieder aufzuzählen:

Stylonichia histrio, *Enchelys nodulosa*, *Chilodon uncinatus*, *Lembadion bullinum*, *Stichotricha secunda*, *Ploesconia subrotunda*, *P. affinis*, *Scyphidia pyriformis*, *Vorticella infusionum* und *V. truncatella*.

In drei Seen der Hohen Tátra bis zu 1635 m fand v. Daday *Lagenophrys vaginicola* L. Scourfield verzeichnet aus Spitzbergen zum grössten Teil auch in den Hochalpen häufige Infusorien — *Uroleptus piscis*, *Colpoda cucullus*, *Stylonichia pustulata*, *Trichodina tentaculata*, *Vorticella microstoma*.

Die Hochalpenseen beherbergen somit eine reiche, fast ausschliesslich kosmopolitisch verbreitete Infusorienbevölkerung. Auch hier bestätigt sich das Gesetz, dass die Ubiquisten am höchsten in die Gebirge emporsteigen.

Besonders reich entwickeln sich in hochgelegenen Gewässern die auf anderen Tieren festsitzenden Ciliaten. So waren im Rhätikon auf *Chironomus*-Larven, *Corixa* und *Hydroporus* häufig angesiedelt *Vorticella microstoma* und *Opercularia nutans*. Die letztgenannte Art liess sich auch von *Agabus*, *Sialis*-Larven, *Gammarus* und *Hydrachniden* umhertragen. Im Lünersee erreichte sie mit Chironomus eine Tiefe von 40 m.

Cyclops trug ganz gewöhnlich *Epistylis flavicans* Ehrbg., *Lagenophrys vaginicola* L. und *Cothurnia*; *Gammarus* war mit *Epistylis plicatilis* Ehrbg. bedeckt, während *Cothurniopsis vaga*, ausser *Chironomus*, auch Ostracoden und Lynceiden befiel.

Digitized by Google

4. Halichondrinae.

Soweit heute unsere Kenntnisse reichen, gehören Spongilliden zu den seltenen, nur sporadisch auftretenden und nicht in bedeutende Höhen emporsteigenden Bewohnern von Hochgebirgsseen. Aus den Alpen ist mir, nach Imhofs Angaben, ein einziger Fundort einer *Spongilla*-Art bekannt, der St. Moritzersee, 1771 m. Ich fand Schwämme in keinem der untersuchten hochalpinen Becken. Im Lac de Joux (Jura), 1009 m, bestätigte ich das schon Duplessis und Forel bekannte Vorkommen von *Sp. lacustris* Aut.

Zacharias suchte umsonst nach Spongien in den Teichen des Riesengebirges; Wierzejski traf *Ephydatia mülleri* Liebk. in drei Seen der Tátra bis zu 1628 m.

Reicher an Schwämmen scheinen die beiden grossen armenischen Alpenseen Goktschai und Tschaldyr-göl zu sein, die in ca. 2000 m Höhe liegen. Schon Brandt verzeichnet aus dem einen eine grüne, aus dem andern eine weissliche Spongille, die *Sp. sibirica* Dyb. ähnlich sei. Weltner nennt in seinen Spongillidenstudien III *Sp. lacustris* aus Goktschai und Tschaldyr, *Sp. fragilis* Leidy aus dem letztgenannten See. *Spongilla lacustris* steigt nach Potts in der Sierra Nevada bis in einen Eissee von 2150 m Höhenlage. Auch sonst erreichen Spongillen in Nordamerika bedeutendere Höhen. Fünf Seen der Rocky Mountains, bis zu 2358 m Höhe, lieferten Forbes *Sp. fragilis*. Derselbe Autor sammelte eine nicht näher bestimmte *Spongilla* im Felsengebirge noch bei 2500 m.

Von sicher bestimmten Spongien scheinen somit da und dort unter Hochgebirgsbedingungen zu leben:

Spongilla lacustris Aut.
Sp. fragilis Leidy.
Ephydatia mülleri Liebk.

Alle drei Arten besitzen eine ausgesprochen nördliche Verbreitung. *Sp. lacustris* reicht in Europa bis nach Oberitalien und Portugal; im Norden ist sie von zahlreichen Fundorten bis zum Weissen Meer bekannt. Ich nenne als ihre Heimat Nordsibirien, Nordrussland, die Solowezky'schen Inseln, Kamtschaka, den Kemfluss, den Pachabichafluss am Südwestende des Baikal; ferner Neufundland, Neuschottland, Britisch Columbien, Vancouver und die Vereinigten Staaten von Nordamerika. Richard fand Gemmulae von *Sp. lacustris* im Enarasee in Nordfinnland, einem Wasserbecken von durchaus arktischem Charakter, das von Ende November bis Mitte Juni von Eis bedeckt bleibt. Der Schwamm lebt auch im finnischen Meerbusen und, nach einer Angabe von Garbini, im Weissen Meer. Mittel- und Nordeuropa, Sibirien und Nordamerika von Ocean zu Ocean besetzt auch *Spongilla fragilis*; aus Südamerika meldet Weltner für die Art einen weitentlegenen Fundort, Sao Paulo.

Ephydatia mülleri endlich bewohnt das Centrum und den Norden Europas, Kamt-

Digitized by Google

schatka, die östlichen und centralen Staaten der nordamerikanischen Union, Neuschottland, Neufundland und Vancouver. Sie kommt aber auch bei Yeddo (Japan) und Bombay vor.

Es muss auffallen, dass die in so hohem Grade als nordische Tiere charakterisierten Spongillen in den Hochalpenseen keine weitere Verbreitung gefunden haben, trotzdem ihnen dort glacial-arktische Bedingungen zur Verfügung stehen. Auch die Fähigkeit äusserst resistente Gemmulae zu erzeugen, könnte der Einbürgerung von Schwämmen in hochgelegenen Wasserbecken nur Vorschub leisten. Besonders geeignet in die Gebirge verschleppt zu werden, erscheint *Sp. lacustris.* Schon Marshall macht darauf aufmerksam, dass ihre Gemmulae, im Gegensatz zu denjenigen von *Sp. fluviatilis*, frei auf der Wasserfläche treiben. Dornige Tangential- oder Radiärnadeln treten peripherisch hervor, so dass die Keime leicht am Gefieder des Wasservogels haften bleiben. So ist für ihre Verbreitung durch passive Luftreise gesorgt.

Es bleibt vorläufig rätselhaft, weshalb die, nach Garbinis Annahme, vom hohen Norden allmälig nach Süden verschleppten Spongillen gerade in den kleinen Hochalpenseen mit arktischem Charakter keine passende Zwischenstation auf ihrer passiven Reise gefunden haben. Vielleicht fehlte ihnen in jenen an höheren Pflanzen armen Gewässern das zur Fixation geeignete Substrat.

5. Hydridae.

Von der Gattung *Hydra* verbreitet sich die Art *H. fusca* L. in ihrer prächtig rot gefärbten Varietät *H. rubra* Lewes weit in den Hochgebirgsseen. Mit der Species ist zweifellos auch Aspers *H. rhaetica* identisch.

Das Tier geniesst auch sonst eine sehr weite Verbreitung unter äusserst heterogenen Existenzbedingungen und erscheint somit geeignet, die Alpenseen zu bevölkern.

In den subalpinen Seen steigt *H. rubra* bis in die grössten Tiefen hinab; Forel und Duplessis fanden sie im Genfersee noch 300 m unter der Oberfläche. Aus unterirdischen Gewässern erwähnen Moniez, Vejdóvsky und Fries Hydren; letzterer entdeckte eine zierliche, albinotische Varietät von *H. fusca* in der Hilgershäuser Grotte in Schwaben. In warmen Quellen Ungarns stiess v. Daday auf *Hydra fusca*, die auch der Fauna isolierter Inseln, wie der Azoren, angehört, und nach Imhof unter dem winterlichen Eise zugefrorener Seen ausdauert.

Alles spricht dafür, dass nicht nur die ausgewachsene *H. fusca* und *H. rubra* sehr resistent ist, sondern dass auch ihre Eier verschleppungsfähig und ausdauernd sind. So erklärt sich auch das Vorkommen in den Hochalpen, wo der Polyp grosse und tiefe Wasserbecken, selbst bei beträchtlicher Höhenlage, kleineren Seen und Tümpeln vorzieht. Einige Beispiele mögen dies erläutern.

Blanchard und Richard beobachteten die intensiv rot gefärbte *Hydra* in zwei grossen und schönen Hochseen der französischen Alpen von 2300—2400 m Höhenlage;

Digitized by Google

Studer meldet das Tier aus dem umfangreichen Lac de Champex. Auch der ausgedehnte Ritomsee am Gotthard, 1829 m, beherbergt nach den durch Fuhrmann bestätigten Angaben Aspers *H. rubra* in grosser Zahl. Für den Rhätikon stellte ich die Gegenwart von *H. rubra* einzig im tiefen und grossen Lünersee, 1943 m, nicht aber in den zahlreichen kleineren und flacheren Wasserbecken fest, obschon auch die letzteren mit aller Sorgfalt durchsucht wurden.

Ganz besonders gut aber gedeiht *Hydra rubra* in den an Umfang beträchtlichen Wasserbecken des Oberengadins, 1771—1796 m. Intensiv rote Färbung, bedeutende Grösse, reichliche Vermehrung durch Sprossung und grosse Resistenzfähigkeit fielen Asper und Imhof an den Hydren des Graubündner Hochthals auf. Im Campfèrsee lebten zahlreiche Exemplare von *H. rubra* selbst mitten im Winter unter dem Eis. Als hochgelegene alpine Fundorte unserer *Hydra* nennen wir mit Imhof noch die Seen von God surlej, 1890 m, Cavloccio, 1908 m, und den Lago d'Emet am Madesimopass, 2100 m, von denen nur der erstgenannte geringen Umfang besitzt.

Unter ähnlichen Verhältnissen wie in den Alpen lebt *Hydra rubra* auch in hochgelegenen Wasserbecken anderer Gebirgssysteme. Brandt fand sie im grossen kaukasischen Goktschai, 1904 m; aus einem anderen Bergsee des Kaukasus, dem Toumon, welcher zwischen 1800 und 2000 m liegt, meldet Richard eine nicht näher bestimmte *Hydra*. Wierzejski endlich und von Daday liefern Angaben über das Vorkommen von *H. fusca* in der Tátra, wo der Polyp bis zu 1675 m steigt. Als spezieller Fundort wird der grösste Tátrasee, der Fischsee, erwähnt. Beiläufig mag auch bemerkt werden, dass Forbes in den Rocky Mountains *H. fusca* bis gegen 2400 m fand.

Aus den soeben zusammengestellten Notizen geht hervor, dass ausschliesslich hochrote und braunrote Formen von *Hydra* in Hochgebirgsseen emporsteigen; und fast scheint es, als ob die rote Farbe an Glanz und Lebhaftigkeit mit der Meereshöhe des Wohnorts sich steigere. Von der blassrosa gefärbten *Hydra* des Lac de Champex, 1466 m, bis zum prächtig roten Polypen des Lac de Gimont bei Briançon, 2400 m, würde eine lange Abstufung roter Farbentöne hinüberleiten. Dieses Verhalten findet ein gewisses Analogon unter anderen Gruppen von Alpenseebewohnern, besonders unter Copepoden. *H. rubra* könnte mit gewissem Recht als den Gebirgsbedingungen angepasste Form der Gattung *Hydra* betrachtet werden.

Dass *Hydra rubra* fast ausschliesslich grosse Wasserbecken bewohnt, lässt sich auf verschiedenem Wege erklären. Einmal werden umfangreiche Bergseen häufigeren Besuch von Wasservögeln erhalten, als kleine Becken und Tümpel. Dadurch steigert sich die Möglichkeit der Einfuhr von Dauereiern des Polypen.

Sodann machen sich in grösseren Wassermengen die Temperaturschwankungen viel weniger geltend, als in kleineren; und gerade für Wärmedifferenzen scheint *H. rubra* besonders empfindlich zu sein. Beobachtungen am Lünersee mögen dieses beweisen.

Digitized by Google

Dort lebt *Hydra rubra* an der Unterfläche der sublitoralen Steine, d. h. in einer Tiefe, welche dem Spiel der Niveauschwankungen entrückt ist. Sie tritt aber nur in günstigen Sommern auf, um unter ungünstigen Temperaturbedingungen oft jahrelang nicht zu aktivem Leben zu erwachen. Genaue Nachsuchungen erlaubten, folgende Tabelle aufzustellen:

Hydra rubra im Lünersee, 1943 m.

Datum	Temperatur			Vorkommen
	Maximum °C.	Minimum °C.	Durchschnitt °C.	von Hydra rubra
1890. 6.— 9. August	12	10	11,15	Sehr häufig
1891. 20.—26. Juli	11.3	8,5	10,2	Fehlt ganz
1891. 5.— 6. Oktober	9	8,5	8,75	Fehlt ganz
1892. 23.—27. Juli	7,5	5,25	6,6	Fehlt ganz
1893. 23.—25. August	14,0	12,0	12,9	Sehr häufig
1895. 1.— 2. Juni	1,0	1,0	1,0	Fehlt ganz
1897. 19.—20. Juli	9,0	8,0	8,5	Fehlt ganz

Aus den vorstehenden Zahlen ergibt sich, dass ich *Hydra rubra* im Lünersee trotz wiederholten Untersuchungen, welche sich über eine Reihe von Jahren erstrecken und hauptsächlich im Hochsommer ausgeführt wurden, nur zweimal antraf. Das Tier stellte sich nur dann ein, wenn die Durchschnittstemperatur des Seewassers 11° C. überschritt und das Minimum mindestens 10° C. betrug.

Am häufigsten war *Hydra* im August 1893, der auch in der Temperaturliste weitaus die grössten Zahlen aufweist. In den Jahren 1891, 1892, 1895, 1897 fiel es leicht, im Schlamm des Lünersees die resistenten Eier von *Hydra rubra* mikroskopisch nachzuweisen.

Die Jahre 1890 und 1893 brachten für den Lünersee eine ungewöhnlich frühe Lösung der Eisdecke und somit eine ziemlich ausgiebige Durchwärmung der Wassermasse. Damit waren auch die für die Entwicklung von *Hydra* günstigen Bedingungen gegeben. Später Eisbruch und tiefe Temperatur verurteilen dagegen die Hydren des Lünersees oft zu jahrelangem, latentem Leben im Zustand von Dauereiern. So ist die Existenz von *H. rubra* im Hochgebirge an eine bestimmte untere Temperaturgrenze gebunden. Dass ihr aber auch eine obere Wärmegrenze gezogen ist, beweist wohl die Abwesenheit des Polypen in seichten, warmen Tümpeln und Weihern der Alpen. Einen weiteren Blick in die Biologie von *Hydra* in hochgelegenen Wasserbecken gestattet die Beobachtung, dass die Polypen des Lünersees schon im Juli und August Eier erzeugen, während *Hydra fusca* und *H. rubra* des Flachlands erst im September bis Januar geschlechtsreif werden, im Gegensatz zu *H. viridis*, welche den Sommer zu geschlechtlicher Vermehrung benützt.

Digitized by Google

Die Art, die im Herbst und Winter Eier bildet, erwies sich als geeignet, von den Hochgebirgsseen Besitz zu ergreifen. Sie pflanzt sich in hochalpinen Wasseransammlungen normal ausgiebig durch Produktion von Dauerkeimen mitten im Hochsommer fort. Während derselben Epoche vermehrt sich *Hydra* reichlich durch Knospung.

Als biologisches Facit der vorausgehenden Betrachtungen lassen sich folgende Sätze aufstellen.

Lebhaft rot gefärbte Hydren sind charakteristische Bewohner grosser Hochgebirgsseen, deren Temperaturschwankungen sich innerhalb nicht allzuweit gezogener Grenzen halten. Die Hydren der Hochalpen können als stenotherm-glacial bezeichnet werden. Die Polypen vermögen niederen Wärmegraden jahrelang in der Gestalt von Dauereiern Trotz zu bieten. Die Tiere haben auch insofern nordischen Charakter, als ihre Eibildung hochalpin im Sommer, in der Ebene im Winter eintritt. Das Ausschlüpfen der Dauereier findet bei einer Temperatur von 10—12° C. statt, während der Polyp selbst ziemlich starke Wasserabkühlung eine Zeit lang aushalten kann. (Vorkommen unter Eis.)

Die hochrote Färbung der alpinen *Hydra* scheint in engem Zusammenhang zu sein mit der Natur der zu Gebote stehenden Nahrung. Dieselbe besteht aus pelagischen Crustaceen, welche besonders im Hochgebirge im stande sind, lebhaft gelb und rot gefärbte Carotine zu erzeugen. Näheres darüber folgt in den Kapiteln *Centropagidae* und *Cyclopidae.*

6. Turbellaria.

a. Rhabdocoelidea.

Der Reichtum hochalpiner Seen an rhabdocoelen Turbellarien scheint ein recht bedeutender zu sein. Doch stellen sich die Schwierigkeiten des Fangs, der Konservierung und der Bestimmung kleinerer Strudelwürmer der genaueren Kenntnis der Turbellarienvertretung jener abgelegenen und oft schwer erreichbaren Lokalitäten hindernd entgegen. Die wenigen in dieser Beziehung sicher stehenden Daten, von denen der grössere Teil von Fuhrmann gesammelt wurde, stelle ich in nachfolgender Uebersicht zusammen:

Rhabdocoele Turbellarien der Hochalpen.

1. *Mesostoma lingua* O. Schm.
   Lago Ritom 1829 m, Sümpfe vom Piano dei porci 2200 m, Partnunsee 1874 m, Lünersee 1943 m.
2. *M. viridatum* M. Sch.
   Partnunsee 1874 m, Lünersee 1943 m, Tilisunasee 2102 m, Garschinasee 2189 m. Ueberall häufig. Im Partnunsee bis 15, im Lünersee bis 100 m tief.
3. *M. rostratum* Dug.
   St. Moritzersee 1771 m, Silsersee 1796 m, Lej Cavloccio 1908 m.

Digitized by Google

4. *Mesostoma* spec.
   Sieben Seen des Gotthardgebiets bis Lago Punta nera 2456 m und Lago scuro 2453 m.
5. *Mesostoma* spec.
   Fünf Seen des Gotthardgebiets bis Lago Taneda 2293 m.
6. *Bothromesostoma* spec.
   Lago Pizzo Columbe 2375 m.
7. *Microstoma lineare* Oerst.
   Garschinasee 2189 m.
8. *Derostoma unipunctatum* Oerst.
   Tümpel auf dem Reculet (Jura) ca. 1500 m.
9. *Vortex truncatus* Ehrbg.
   Vier Seen des Gotthardgebiets bis Lago di Punta nera 2456 m. Lac de la Flaine (Savoyen) 1411 m.
10. *Vortex sexdentatus* von Graff.
    Zwei Seen des Gotthardgebiets bis Passo dell'uomo 2312 m.
11. *Vortex graffii* Hallez.
    Zwei Seen des Gotthardgebiets bis Passo dell'uomo 2312 m.
12. *Vortex* spec.
    Drei Fundorte des Gotthardgebiets bis Lago Pizzo Columbe 2375 m.
13. *Gyrator hermaphroditus* Ehrbg.
    Fünf Seen des Gotthardgebiets bis Lago di Cadlimo 2513 m. Unterer See von Grand Lay (St. Bernhard) 2557 m, Lünersee 1943 m, auch unter dem Eis, Partnunsee 1874 m.
14. *Automolus morgiensis* Dupl.
    Lago di Punta nera 2456 m, Partnunsee 1874 m, bis 15 m tief, hauptsächlich in den Algen. Lünersee, 1943 m, litoral bis 100 m tief.

So unvollständig die vorangehenden Notizen auch sein mögen, sie weisen doch immerhin auf eine starke Vertretung rhabdocoeler Turbellarien in den Hochgebirgsseen hin. Die Wasserbecken des Rhätikon beherbergen noch mehrere Rhabdocoele, deren Bestimmung mir nicht gelang. Fuhrmann fand im Lago Ritom sieben Species von Turbellarien, in den Sümpfen vom Piano dei porci sechs Arten, in den Seen vom Pizzo di Columbe, 2375 m, und von Punta nera, 2456 m, je noch vier Arten.

Die weiteste Verbreitung scheinen im Hochgebirge wieder die resistenten Kosmopoliten, wie *Mesostoma lingua, M. viridatum, Vortex truncatus, Gyrator hermaphroditus* u. a. zu geniessen. Weitere Untersuchungen werden dieses Verhältnis noch viel deutlicher hervortreten lassen.

Mit dem Bestand an Turbellarien in hochalpinen Seen mögen die Angaben von Dadays und Wierzejskis über die Rhabdocoelen der Hohen Tátra verglichen werden. In Gebirgsseen bis zu 2019 m erbeuteten die genannten Forscher besonders häufig Ver-

Digitized by Google

treter der Genera *Vortex* und *Macrostoma*. Spezieller angeführt werden *Vortex viridis* M. Sch., und *Gyrator hermaphroditus* Ehrbg.

Dass auch in Gewässern von Mittelgebirgen die Fauna rhabdocoeler Strudelwürmer von derjenigen der Hochgebirge nicht wesentlich abweicht, beweisen die Angaben von Zacharias und Lemmermann. Die Teiche des Riesengebirgs, 1100—1200 m, beherbergen nach ihnen:

Mesostoma rostratum Ehrbg.	*Stenostoma leucops* O. Schm.
M. viridatum O. Schm.	*Gyrator hermaphroditus* Ehrbg.
Macrostoma viride E. van Bened.	*Prorhynchus stagnalis* M. Sch.
Macrostoma spec.	*P. curvistylis* Braun.
Vortex truncatus Ehrbg.	*Bothrioplana silesiaca* Zach.
V. hallezii von Graff.	*Automolus morgiensis* Dupl.

In den Algen von Gräben des Riesengebirgs fand Zacharias noch bei 1400 m *Mesostoma viridatum*, *Vortex truncatus* und *Stenostoma leucops*.

Von den 14 Rhabdocoelen des Riesengebirgs sind bereits fünf aus den Hochalpen bekannt. Aehnlich gestalten sich die faunistischen Verhältnisse in den Juraseen, dem Lac de Joux und dem Lac des Brenets (1009 und 754 m). Aber auch in der ebenen Schweiz finden sich dieselben rhabdocoelen Turbellarien weit verbreitet wieder. Für die Umgebung von Basel fand Fuhrmann besonders häufig *Microstoma lineare*, *Mesostoma lingua*, *M. rostratum*, *M. viridatum*, *Gyrator hermaphroditus* und *Vortex truncatus*. Seltener waren in der Ebene *V. sexdentatus* und der in Seen des Gotthardgebiets häufige *V. graffii*. Die meisten genannten Formen hielten auch unter dem winterlichen Eis aus und bildeten sogar mitten im Winter legereife Eier.

Ganz ähnlich lauten die Angaben von Duplessis über die Turbellarien der Kantone Waadt und Genf, diejenigen von Keller über die Strudelwürmer der Umgebung von Zürich und noch ungedruckte Notizen von Voltz über die Turbellarienfauna Neuenburgs.

In bedeutende Tiefen der grossen subalpinen Seen steigen nach Forel und Duplessis u. a. *Microstoma lineare*, *Prorhynchus stagnalis*, *Stenostoma leucops*, *Gyrator hermaphroditus*, *Mesostoma lingua*, *M. rostratum*, *M. viridatum*, *Automolus morgiensis;* alles Formen, die uns in Wasserbecken der Hoch- und Mittelgebirge bekannt geworden sind. Es erübrigt noch, die kosmopolitische Verbreitung derselben Arten an der Hand des grossen Turbellarienwerks v. Graffs und gestützt auf die Notizeu einiger weiterer Autoren zu beweisen. v. Graff weist unseren hochalpinen Rhabdocoelen ungefähr folgende Verbreitung an:

Mesostoma lingua:

Ganz Mitteleuropa.

M. viridatum:

Grönland, Lappland, Russland, Grossbritannien, Mitteleuropa, auch exotisch. Ist indessen im Norden am häufigsten.

Digitized by Google

M. rostratum:

Grönland, Russland, Grossbritannien, exotisch. Charakterisiert moorige Sümpfe und Seen.

Microstoma lineare:

Ostsee, Russland, Grossbritannien, Mitteleuropa. Auch im Winter unter Eis; in warmen Quellen und subterran.

Vortex truncatus:

Grönland, Russland, Norwegen, Schweden, Mitteleuropa, Egypten.

V. sexdentatus:

Mitteleuropa.

V. graffii:

Mitteleuropa, häufig bei Lille.

Gyrator hermaphroditus:

Nordsee, Mittelmeer, Lappland, Grossbritannien, Mitteleuropa.

Vortex viridis der Hohen Tátra kennt von Graff aus Russland, Grossbritannien und Mitteleuropa. Im allgemeinen macht von Graff darauf aufmerksam, dass eine grosse Anzahl der gemeinsten mitteleuropäischen Turbellarien auch dem süssen Wasser des hohen Nordens angehört. Ungefähr dieselben Strudelwürmer dauern unter dem winterlichen Eise aus — *Vortex viridis, Gyrator hermaphroditus, Mesostoma lingua, M. rostratum, Microstoma lineare, Stenostoma leucops* — und spielen, wie gezeigt wurde, die Hauptrolle in den Gewässern der Hochgebirge. Mehrere derselben Turbellarien scheuen auch nicht das salzige Wasser.

Microstoma lineare fand v. Daday in warmen Quellen, Moniez in unterirdischen Wasserbehältern. Vom Salève bei Genf zitiert Pugnat u. a. *Mesostoma lingua, Derostoma unipunctatum* und *Vortex sexdentatus.*

Den gemeinsten Rhabdocoelen der Hochgebirgsseen können aber noch weitere Verbreitungsgrenzen gezogen werden. Sillimann, H. B. Ward und Woodworth nennen als ganz gewöhnliche Bewohner nordamerikanischer Gewässer *Stenostoma leucops, Mesostoma viridatum* und *Microstoma lineare.* In den Kraterseen der Azoren sammelten Barrois, J. de Guerne und Moniez *Prorhynchus stagnalis* und *Mesostoma viridatum*; die letztgenannte Form ist sogar aus Neuseeland bekannt. Böhmig endlich erbeutete in Material aus Ostafrika *Stenostoma leucops* und *Gyrator hermaphroditus.*

Die zusammengestellten Daten genügen, um den kosmopolitischen Charakter der rhabdocoelen Turbellarien von hochgelegenen Gewässern zu beweisen. Immerhin scheint der Hauptverbreitungsbezirk der meisten uns beschäftigenden Formen im Norden zu liegen. Damit stimmt auch die schon von Zacharias und anderen betonte Thatsache, dass unsere Turbellarien sich im kalten Wasser des Frühjahrs, unmittelbar nach der Schneeschmelze, am üppigsten entfalten. Zufälliger passiver Transport durch ziehende Vögel mag die Turbellarien allmälig von Norden nach Süden verbreitet haben. So kam

Digitized by Google

wohl auch die Besiedlung hochgelegener Wasserbecken mit den genügsamen und resistenten, nordischen Gästen in manchen Fällen zu stande. Doch scheint auch aktives, allmäliges Hinaufsteigen längs der Gebirgsbäche am Schluss der letzten allgemeinen Vergletscherung nicht a priori ausgeschlossen.

In dieser Hinsicht verdient besonderes Interesse Vorkommen und Verbreitung des vielgenannten *Automolus morgiensis* Dupl. Das Tier schliesst sich an die marin-nordische Form *Monocelis spinosa* Jens., die besonders im Sund häufig auftritt, eng an. Duplessis und Forel meldeten zuerst seine Gegenwart im Genfersee. Während aber der erstgenannte Autor die Turbellarie nie im flachen Wasser des Ufers, oder in Sümpfen oder Bächen fand, gibt Forel und auch Fuhrmann an, dass *Automolus* litoral durch eine grössere, stärker gefärbte Varietät vertreten sei. Von einigen Metern Tiefe an bis in die tiefsten Gründe tritt die Turbellarie in grosser Häufigkeit auf. Unter ganz ähnlichen Verhältnissen konstatierten Duplessis, Forel, Keller und Voltz *Automolus morgiensis* in einer grossen Anzahl von Wasserbecken der ebenen und gebirgigen Schweiz (Züricher-, Neuenburger-, Bieler-, Joux-See etc.). Der Strudelwurm bewohnt auch die Tiefe des Lac d'Annecy in Savoyen; Braun entdeckte ihn im nordischen Peipussee, Zacharias in den Hochseen des Riesengebirgs, wo er besonders in der Tiefe des grossen Teichs häufig ist; Frič und Vávra erbeuteten *Automolus* bei 25 m Tiefe im Schwarzen See des Böhmerwalds (1000 m), Pavesi in Oberitalien und im Starnbergersee. Endlich haben meine eigenen faunistischen Studien *Automolus* als Bewohner von Ufer und Tiefe hochalpiner Seen bekannt gemacht. Er steigt im Lünersee vom Litoral bis zum Grund von 100 m und bewohnt im Partnunersee den seichten, mit Algen erfüllten Nordabschnitt, ohne in der grössten Tiefe zu fehlen. Fuhrmann traf das Tier noch im Lago di Punta nera bei 2456 m.

Automolus trägt offenbar stenotherm-glacialen Charakter. Er bewohnt kalte Gebirgsseen vom Ufer bis zur Tiefe, während er in der Ebene die tieferliegenden, kühleren Wasserschichten bevorzugt. Gleichzeitig weist seine Verwandtschaft mit *Monocelis* auf nordisch-marinen Ursprung hin. So dürfte der Wurm wohl als glacial-nordisches Relikt gelten, das am Schlusse der letzten Gletscherzeit weit verbreitet war. Später hielt er sich an zwei weit auseinanderliegenden Lokalitäten, die ihm immer noch Glacialtemperaturen bieten: im Hochgebirgssee und in der Tiefsee der Ebene. Sein Schicksal teilten, wie später zusammenfassend gezeigt werden soll, eine ganze Reihe niederer Geschöpfe.

Zacharias nimmt an, dass der übrigens sehr resistente und anpassungsfähige *Automolus* von Norden aus dem Meer auswanderte und sich in dem reichen Seen- und Kanalwerk der Postglacialzeit verbreitete, um sich später nur im kalten Wasser isolierter Lokalitäten zu halten. Die Bergbäche dürften, wie für manche andere Tiere, so auch für *Automolus*, Anstiegswege ins Hochgebirge am Schlusse der Glacialperiode geboten haben.

Digitized by Google

b. Tricladidea.

Beinahe noch höher als die rhabdocoelen Turbellarien steigen die Tricladen im Gebirge empor, eine Thatsache, die schon Garbini betonte. *Polycelis nigra* Ehrbg., nach der Angabe O. Schmidts für einen grossen Teil Europas die gemeinste Planarie in nicht zu schnell fliessenden Gewässern, wurde von Heuscher im Schotten- und Schwarzsee der Grauen Hörner (2342 und 2381 m) gefunden. Zykoff kennt das Tier aus der Umgegend von Moskau, Moniez aus unterirdischen Wasserbehältern, R. Schneider aus Minen des Harz. Ein Fund Garbinis lässt passive Verschleppung der Turbellarie von Wasserbecken zu Wasserbecken wahrscheinlich erscheinen. Der italienische Zoologe beobachtete auf *Fulix fuligula* festhaftende Exemplare von *Polycelis*.

Die allerhöchste Bedeutung aber für die niedere Fauna der Hochalpen besitzt *Planaria alpina* Dana. Mit ihr kann sich in Bezug auf horizontale und vertikale Verbreitung durch den ganzen Alpenzug kaum ein zweites Tier messen. *Planaria alpina* bewohnt in den Alpen, fast immer in grosser Zahl, alle stehenden und fliessenden Gewässer mit steinigem Untergrund, deren Temperatur 15 ° C. nicht übersteigt. Die folgenden Daten mögen dies näher beleuchten.

Dana entdeckte *Planaria alpina* südlich von Cuneo, an der Grenze von Apennin und Seealpen, in den hochgelegenen Quellen von Garessio und Batifol. Seine Angaben fanden Bestätigung durch Carena und in neuerer Zeit meldet auch Borelli die Planarie aus den Gewässern der Seealpen. Sehr nahe liegt die Versuchung, Blanchards und Richards unbestimmte Planarie aus dem hochgelegenen Lac de Gimont bei Briançon, ca. 2400 m, als *P. alpina* zu beanspruchen. Chichkoff und Fuhrmann kennen das Tier als weitverbreitet in den Alpen Savoyens; es lebt z. B. auf dem Gipfel des Salève und in der Arve bei Genf. Am Genfersee wurde die Alpenplanarie in Bergbächen bei Montreux und an der Dent de Jaman gefunden, ohne indessen den allzu warmen See selbst zu bewohnen.

Ungemein häufig und regelmässig fand ich die Turbellarie in den kalten Bächen und Seen des St. Bernhardgebiets. Sie stieg bis in den oberen Lac de Drônaz, 2630 m, fehlte indessen in den beiden noch höher liegenden Moränenseen von Orny. Weitere Fundorte aus den penninischen Alpen nennen Voltz und Yung; letzterer erwähnt z. B. den Riffell, 2569 m.

In den Berneralpen — Kandersteg, Gemmi —, an der Furka und im Reussgebiet, sowie im Kanton Unterwalden — Melchsee, Aernialp — sammelte Voltz die alpine Triclade.

Auf der Passhöhe des St. Gotthard, 2114 m, kenne ich den Wurm seit geraumer Zeit. Fuhrmann stellte seine Gegenwart in allen Seen und Bächen des südlichen Gotthardgebiets, bis zu 2513 m, fest, soweit wenigstens die Temperatur dieser Gewässer 15 ° C. nicht übersteigt. Im Gebirge des Kantons St. Gallen lassen die Funde von Asper und Heuscher am unteren Seewenalpsee, 1621 m, und am mittleren Murgsee, 1815 m, auf die Gegenwart von *P. alpina* schliessen. Sicher bewohnt das Tier den Schottensee

Digitized by Google

und den Schwarzsee an den Grauen Hörnern (2342 und 2381 m). Imhof stiess auf die Planarie in zahlreichen hochgelegenen Becken des Oberengadins, Lej Cavloccio, 1908 m, Lago d'Emet, 2100 m, Diavolezza, 2579 m, Sgrischus, 2640 m, Prünas, 2780 m. Die letztgenannte Lokalität ist gleichzeitig der höchstgelegene, bekannte Fundort für *Planaria alpina*.

Aus Graubünden erhielt auch Kennel Exemplare des Strudelwurms. Sie waren von Egger im Quellgebiet von Plessur und Davoserlandwasser gesammelt worden, so in dem von Schneewasser gespiesenen Schwellisee, 1919 m, der vom November bis Mai geschlossen bleibt. Unter den Steinen und im Moos der benachbarten Quellen war die Turbellarie ebenfalls häufig. Sie fehlte auch nicht im Aroser-Landwasser bei 4° C. (im September) und im Chaltbrunn an der Mayenfelder Furka, 2400 m, bei 2° C.

Die Verbreitung von *P. alpina* im Rhätikon suchte ich mit besonderer Sorgfalt festzustellen. Dort lebt das Tier unter dem litoralen Geröll aller Seen in der grössten Menge. Es fühlt sich ebenso sehr zu Hause im ausgedehnten Becken des Lünersees, als im kalten Tümpel an den Kirchlispitzen und im hoch gelegenen Quellbecken des Gafiensees. Für den mit Lawinentrümmern oft ganz ausgefüllten, im Spätsommer aber austrocknenden Eisweiher des Viereckerpass macht *Pl. alpina* die einzige tierische Bevölkerung aus. Sie belebt aber auch alle Bäche, Quellen und Brunnen des Rhätikon bis hinauf zur Passhöhe von Plassecken, ohne mitten im Winter an Zahl abzunehmen und an Lebhaftigkeit einzubüssen.

Mit dem Alter und mit der Färbung des Untergrundes variiert auch die Farbe der Planarie in weiten Grenzen. Hellgraue, fast weisse, braune, schiefergraue, fast rötliche und beinahe schwarze Tiere finden sich oft in unmittelbarer Nähe neben einander. Mit dem Alter wird das Colorit im allgemeinen dunkler; die Seen scheinen gewöhnlich heller gefärbte Planarien zu beherbergen, als die Quellen und Bäche. Auch die Augenflecke der jungen Tiere sind schwächer ausgebildet.

Sehr dunkle Färbung weisen die in den Bächen von Garschina gesammelten Planarien auf; die Farbe entspricht der schwarzgrauen Unterlage von Bündnerschiefer. Der schlammige, an Geröll arme Garschinasee selbst bietet *Pl. alpina* keine geeignete Heimat.

Die Alpenplanarie kenne ich auch aus sämtlichen Gebirgsgruppen der Ostalpen, bis zu den Hohen Tauern. Sie ist zu Hause in den Bächen der Silvrettagruppe ebensogut, als im Ausfluss des Gepatschferners und Mittelbergferners in den Oetzthaleralpen. Ich sammelte das Tier im Ortlergebiet, im Stubai, in den Wasserläufen des Zillerthales, am Venediger und am Grossglockner.

Alles berechtigt uns zum Schluss, dass *Planaria alpina* Dana, alle kalten, stehenden und fliessenden Gewässer der Hochalpen in vollstem Masse und ohne Konkurrenz beherrscht.

Dieser alpine Strudelwurm ist nun aber im Laufe der letzten Jahre auch an manchen Lokalitäten ausserhalb der Alpen entdeckt worden.

Digitized by Google

Voltz meldet Fundorte in kalten Bächen bei Aarberg, also von der schweizerischen Hochebene. In kleinen, kühlen Rinnsalen des Juras scheint sich *Pl. alpina* einer ziemlich weiten Verbreitung zu erfreuen. Bekannt sind Fuhrmanns Funde in einem Bächlein bei Bärschwyl. Voltz sammelte das Tier unter ähnlichen Verhältnissen am Südhang des Juras bei Neuenburg und bei Landeron am Bielersee. Ich selbst fand *Pl. alpina* in der seeartigen Erweiterung des Doubs, dem Lac des Brenets, an der Grenze von Neuenburg und Frankreich, und jüngst im Bach des Kaltbrunnenthals bei Basel.

Sporadisch zerstreut kehrt *Planaria alpina* in Quellen und in den Oberläufen der Bäche deutscher Mittelgebirge wieder. Darüber belehren uns die Angaben von Zacharias, Collin, Ijima, Kennel, Zschokke, besonders aber diejenigen von Voigt.

So haben wir *Planaria alpina* kennen gelernt aus dem Riesengebirge, dem Harz, dem Thüringer Wald, der Rhön, der Haardt, aus Hunsrück, Eifel, Taunus, Siebengebirge, Sauerland, Vogelsgebirge, Meissner, Hohem Hagen, Habichtswald und Schwarzwald.

Kennel fand die Planarie in einer Quelle bei Würzburg, deren Temperatur sich in den Grenzen von 10—12° C. bewegte; Vejdovsky und Mrázek berichten, dass der Wurm in der Ebene und den Gebirgen Böhmens verbreitet sei. Endlich hat schon vor geraumer Zeit Dalyell die Turbellarie in Schottland beobachtet.

Die eigentümliche Verbreitung der *Planaria alpina*, mit ihrem Zentrum im Hochgebirge und sporadisch ausgestreuten Posten in Bächen und Quellen der Mittelgebirge, sowie die Beschränkung des Strudelwurms auf kaltes Wasser, legten bereits Kennel den Gedanken nahe, das Tier als ein glaciales Relikt aufzufassen. In den kalten Schmelzwässern am Schlusse der letzten Vergletscherung weit verbreitet, wäre *Pl. alpina*, als die Temperatur sich allmälig hob, an den meisten Lokalitäten ausgestorben. In den Hochalpen am Gletscherrand und in einzelnen tiefer liegenden Gewässern von niedriger Temperatur findet das glacial-stenotherme Tier aber noch heute günstige Lebensbedingungen. Auch das Vorkommen von *Pl. alpina* in Grossbritannien, das zur Eiszeit mit dem Continent verbunden war, lässt sich auf diesem Wege befriedigend erklären.

In neuerer Zeit hat sich in trefflichen Arbeiten besonders Voigt mit der Geschichte der Alpenplanarie beschäftigt. Er schliesst sich Kennels Ansicht, der Wurm sei als Eiszeitrelikt aufzufassen, an. Dafür spricht vor allem die von Voigt mit grosser Sorgfalt festgestellte Verbreitung der Planarie in deutschen Mittelgebirgen. Wahrscheinlich, so bemerkt Voigt, war *Pl. alpina* vor den Eiszeiten in den Alpen weit verbreitet und stieg später mit den Gletschern zu Thal. Am Schlusse der Vergletscherungsperioden erfolgte der Rückzug in die Hoch- und Mittelgebirge. In letzteren, so beweist es Voigt an Hand reichen Beobachtungsmaterials, wurde die heutige Verbreitung von *Pl. alpina* in hohem Grade nicht nur durch klimatische Verhältnisse, sondern auch durch die Konkurrenz mit später nachrückenden, verwandten Strudelwürmern bestimmt. *Polycelis cornuta* Johnson drängte, in den Bächen langsam vordringend, *Planaria alpina* Dana in die obersten Quelladern zurück und vernichtete die Alpenplanaria an manchen Stellen

Digitized by Google

gänzlich. Beiden folgte eine dritte grössere und stärkere Turbellarie, *Planaria gonocephala* Dugès, deren aktives Vorrücken den Verbreitungsbezirk von *Planaria alpina* und *Polycelis cornuta* stark einschränkt. Dabei handelt es sich bei der gegenseitigen Verdrängung der drei Turbellarien nicht um direkte Verfolgung, sondern um Kampf um die allen drei Arten gemeinsame Nahrung. Die stärkste Species bleibt in diesem Streit natürlich Siegerin.

Vor kleinen Rinnsalen, die mit moderndem Laub reichlich erfüllt sind, macht *Planaria gonocephala* Halt. An solchen Lokalitäten findet in Mittelgebirgen *Pl. alpina* letzte Zufluchtsstätten. Dafür sprechen ausser Voigts Beobachtungen die Erfahrungen Collins im Harz und diejenigen Voltzs in Bächen bei Aarberg und im Jura. Auch im Kaltbrunnenthal bei Basel fand ich, dass *Pl. gonocephala* den Hauptbach, *Pl. alpina* die kleinsten, lauberfüllten Wasseradern bewohnt. Dasselbe meldet Mrázek aus Böhmen.

In die eigentlichen Hochalpen aber vermögen *Polycelis cornuta* und *Planaria gonocephala* nicht vorzudringen. Dort erhält sich die Alpenplanarie ohne Einschränkung. Dies fiel auch Borelli auf, welcher *Pl. gonocephala* auf die unteren Teile der Alpenbäche beschränkt sah, während etwas höher *Planaria alpina* die unbeschränkte Herrschaft führte.

In den Alpen verbietet nicht das modernde Laub, sondern die zu tiefe Jahrestemperatur *Pl. gonocephala*, und wohl auch *Pol. cornuta*, weiteren Vormarsch nach oben. „*Planaria alpina*", so schreibt Voigt, „gedeiht am besten bei einer mittleren Jahrestemperatur, bei welcher *P. gonocephala* nicht auf die Dauer zu existieren vermöchte." Das Temperaturoptimum liegt für die Alpenform wohl um mehrere Grade niedriger, als für *Pl. gonocephala*. Stenotherm-glacialer Charakter stellt somit *Pl. alpina* im Hochgebirge vor den nächsten Verwandten, den gefährlichsten Mitbewerbern um Nahrung, sicher und garantiert ihr auch heute noch ein unumschränktes und ziemlich ausgedehntes Herrschaftsgebiet.

Mit *Planaria alpina* teilen Vorliebe für kaltes Wasser, frühere Ausdehnung und heutigen Rückzugsbezirk eine ganze Reihe anderer Tiere. In den Gewässern der Hochalpen und in kalten Bächen der Mittelgebirge werden wir als stenotherme Glacial-Relikte u. a. antreffen gewisse Hydrachniden, Dipterenlarven, Coleopteren, manche Crustaceen, Mollusken und Oligochaeten. Auch *Automolus morgiensis* gehört in die Gesellschaft der postglacialen Tiere.

Ausser der geographischen Verbreitung aber kann zu Gunsten der Annahme, dass *Planaria alpina* ein Ueberrest der glacialen oder postglacialen Fauna sei, noch ein anderer Grund ins Feld geführt werden. Voigt beobachtete nämlich, dass die Fortpflanzungszeit des Strudelwurms in den Bächen und Quellen der Mittelgebirge ausschliesslich auf die Wintermonate fällt. Während der Monate Dezember bis Mai werden die dunkelgefärbten, kugelrunden, etwa einen Millimeter messenden Eicocons von *Planaria alpina* abgelegt. Dieselben besitzen keinen Stiel; sie bleiben im Gegensatz zu den Cocons

Digitized by Google

der verwandten Planarien frei im Sand und zwischen den Steinen des Untergrunds liegen. Im Juli sind alle Jungen ausgekrochen; bis der Winter anbricht, werden sie durch ausgiebige Nahrungsaufnahme reichlich Reservestoffe sammeln können.

Planaria alpina der Mittelgebirge ist somit Winterlaicher. Mit vielem Recht darf aber angenommen werden, dass die Fortpflanzung einer Species sich zu derjenigen Jahreszeit vollzieht, deren Temperatur den Wärmeverhältnissen am nächsten kommt, unter welchen die betreffende Tierart ursprünglich lebte. Das würde für die Alpenplanarie auf winterliche oder glaciale Herkunft weisen.

Im Hochgebirge aber, in dessen Gewässern jahraus jahrein glaciale Temperaturen herrschen, scheint sich die Fortpflanzung von *P. alpina* in zwei wesentlichen Punkten anders zu verhalten, als in den wärmeren Bächen der Mittelgebirge.

Einmal findet geschlechtliche Vermehrung auch mitten im Sommer statt. Durch Voigts Angaben aufmerksam gemacht, suchte ich die Eicocons von *Pl. alpina* im Lünersee, 1943 m, und fand sie endlich frei im Sand liegend während der Monate Juli, August und September, an Stellen, die mit erwachsenen Planarien reich besetzt waren. Ferner stiess ich im Sommer, Herbst und Winter in den Gewässern des Rhätikon auf ganz junge Exemplare der Alpenplanarie. Um schlecht genährte und daher klein gebliebene Individuen konnte es sich kaum handeln, da die schmächtigen und kurzen Turbellarien auch in sehr nahrungsreichem Wasser auftraten.

So dürfte sich *Pl. alpina* bei der ihr zusagenden tiefen Temperatur des Hochgebirgs das ganze Jahr geschlechtlich fortpflanzen, während im Mittelgebirge die Periode sexueller Thätigkeit auf den Winter beschränkt wurde. Dies spricht deutlich für den glacialen Charakter des Strudelwurms.

Ein paralleles Verhalten wird uns der nordisch-glaciale und ebenfalls stenotherme *Cyclops strenuus* zeigen. Seine Fortpflanzungszeit fällt für die Ebene in den Winter, für das Hochgebirge in den Sommer. Aehnliches wurde von *Hydra fusca* gemeldet.

Ausser der geschlechtlichen Vermehrung besitzt *Planaria alpina* des Hochgebirgs nun aber auch noch die Fähigkeit ungeschlechtlicher Fortpflanzung durch Querteilung. Im Laufe meiner ersten Exkursionen an die Seen des Rhätikon musste ich die assexuelle Vermehrung der Turbellarie als sehr wahrscheinlich bezeichnen, später gelang es mir, dieselbe in Partnun und am Lünersee sicher und häufig zu beobachten. Borelli stellte die Querteilung der alpinen Planarie ebenfalls einwandfrei fest. Schon Dalyell hatte übrigens einmal ungeschlechtliche Fortpflanzung von *P. alpina* verzeichnet.

Dagegen gelang es Voigt trotz sorgfältiger und lange fortgesetzter Beobachtung nur selten, an Exemplaren von *P. alpina* aus den Bächen von Taunus und Siebengebirge Querteilung zu entdecken. Geschlechtliche Vermehrung während des ganzen Jahres und ausgiebige ungeschlechtliche Fortpflanzung scheinen also *Planaria alpina* der höchsten Gebirgslagen auszuzeichnen und ihr zu erlauben, auch unter extremen äussern Bedingungen die Species zu erhalten.

Digitized by Google

Damit stimmt die Thatsache überein, dass auch andere Planarien in Gebirgsgewässern leicht in Teilung eintreten. So beobachtete Zacharias in einem Bach bei Hirschberg *Planaria subtentaculata* in ungeschlechtlicher Vermehrung. Die Querteilung der ganz agamen Tiere erfolgte nur bei reichlicher Nahrungsaufnahme und dauerte mehrere Tage. Sie wurde Ende August eingestellt, um geschlechtlicher Fortpflanzung den Platz zu räumen. An derselben Planarie hatten schon früher Dugès, Draparnaud und Dalyell Teilungserscheinungen beobachtet.

Planaria subtentaculata lebt nun auch in einigen kalten Quellen bei Partnun und Tilisuna und auch dort pflanzt sich der Wurm durch lebhafte Teilung fort, ohne dass seine Geschlechtsorgane einstweilen differenziert wären. Ob auch für *Pl. alpina* des Hochgebirgs die Teilungsfähigkeit sich auf die nahrungsreiche Jahreszeit beschränkt, bleibe einstweilen dahingestellt.

Endlich sei als eine weitere Parallele Borellis Beobachtung an der südamerikanischen *Planaria andina* herangezogen. Das Tier bewohnt stark strömende, klare Gebirgsbäche und scheint sich ebenfalls durch Teilung zu vermehren. Auch *Polycelis cornuta* O. Schmidt, soll sich, nach Zacharias, in Gewässern des Isergebirgs durch Querteilung fortpflanzen. So kann man sich des Eindrucks kaum erwehren, dass zwischen der Heimat — kalte Gebirgsgewässer — und der Teilungsfähigkeit der Planarien innere Beziehungen bestehen.

Rhabdocoele Turbellarien und Planarien von hochgelegenen Wasserbecken zeichnen sich oft durch lebhaft rote Färbung ihres Darms aus. Das tritt in jenen Fällen ein, in welchen die zu Gebote stehende Nahrung teilweise oder ganz aus durch Carotin hochrot gefärbten Copepoden besteht. Bildung von Carotinen durch Crustaceen gehört aber in den Hochalpenseen zu den allergewöhnlichsten Erscheinungen.

7. Nemertini.

Neuere Arbeiten haben den Beweis erbracht, dass Nemertinen im Süsswasser einen ziemlich weiten Verbreitungsbezirk finden. Ueber das Vorkommen der Gruppe in Hochgebirgsseen aber geben nur Asper und Heuscher eine kurze Notiz. Sie melden eine nicht näher bestimmte Nemertine aus dem unteren Seewenalpsee und aus dem mittleren Murgsee, 1621 m und 1815 m. Nach Heuschers nachträglicher mündlicher Mitteilung dürfte es sich wahrscheinlich um *Emea lacustris* Dupl., jenen weitverbreiteten Süsswasserbewohner, handeln.

8. Nematodes.

Bütschli, Bastian und De Man stimmen darin überein, die frei lebenden Nematoden als ungemein resistenzfähige und daher zum grössten Teil auch kosmopolitisch verbreitete Tiere zu bezeichnen. In Bezug auf die Natur des bewohnten Wassers sind

Digitized by Google

die Würmer wenig wählerisch. Manche Art lebt ebensowohl in der feuchten Erde, wie im Meer und im Süsswasser. Schlamm und Sand, Steine und Wasserpflanzen, das Gewirr grüner Algenfäden bietet ihnen günstigen Untergrund. Reich bevölkern die Nematoden das klare fliessende Wasser, aber auch der von faulenden Stoffen gefüllte Tümpel bietet ihnen geeignete Heimat. Gegen Eintrocknung und tiefe Temperaturen erweisen sie sich in hohem Grade resistent. Sie gehören in ausgedehntem Masse dem arktischen Norden an. Scourfield fand ihre Vertreter häufig in der Moosfauna von Spitzbergen, Richard ausserdem in den Tümpeln der Barents- und Bäreninsel.

So eignen sich die Nematoden trefflich dazu, Gewässer der Hochgebirge in Besitz zu nehmen. Von diesbezüglichen alpinen Funden nenne ich die Angaben Heuschers und Imhofs, von denen der erstere Nematoden im Schlamm des Wildsees, 2436 m, fand, während letzterer Vertreter derselben Gruppe aus dem Sgrischus, 2640 m, verzeichnet. Auch Perty kennt hoch gelegene Fundorte von Nematoden aus den Berner-Alpen und vom Gotthard und Simplon. Fuhrmanns faunistische Studien am Südhang des St. Gotthard zeigen, dass in Hochalpenseen die Gattungen *Trilobus* und *Monhystera* nicht nur die weiteste Verbreitung geniessen, sondern auch am höchsten emporsteigen. *Trilobus* bestimmte der genannte Zoologe noch aus dem See von Punta nera, 2456 m, *Monhystera* aus dem Lago di Cadlimo, 2513 m. Fuhrmanns Angaben gestatten folgende Zusammenstellung.

Nematoden der Gotthardseen.

Name	Zahl der Fundorte	Höchster Fundort
1. Monhystera spec.	7	Lago di Cadlimo, 2513 m.
2. Tripyla spec.	1	Ritom, 1829 m.
3. Trilobus gracilis Bütschli	1	Cadagno, 1921 m.
4. Trilobus spec.	4	Punta nera, 2456 m.
5. Dorylaimus stagnalis Duj.	1	Tom, 2023 m.
6. D. tenuicaudatus Bast.	1	Sümpfe bei Piora, 2106 m.
7. D. spec.	1	Pizzo Columbe, 2375 m.
8. Mononchus papillatus Bast.	1	Pizzo Columbe, 2375 m.

Damit mögen eigene Funde aus dem Gebiet des Grossen St. Bernhard verglichen werden.

Nematoden aus den Seen des St. Bernhard.

Name	Zahl der Fundorte	Höchster Fundort
1. Monhystera crassa Bütsch.	1	Unterer Lac de Cholaire, 2425 m.
2. Tripyla intermedia Bütschli	3	Nördl. See im Jardin du Valais, 2610.
3. Trilobus pellucidus Bast.	1	Unterer Lac de Fenêtre, 2420 m.
4. Dorylaimus stagnalis Duj.	2	Südl. See im Jardin du Valais, 2610.
5. Mononchus spec.	1	Unterer Lac de Fenêtre, 2420 m.

Digitized by Google

Dorylaimus stagnalis Duj. fand Studer auch im Lac de Champex, Heuscher im Vilterser- und Wangsersee.

Blanchard und Richard melden als gewöhnliche Bewohner der alpinen Gewässer Frankreichs mehrere Arten von *Gordius, G. alpestris, G. aquaticus, G. rosai, G. tricuspidatus, G. villoti, G. violaceus.*

Eingehender suchte ich die Nematodenfauna der Seen, Bäche und Quellen des Rhätikon festzustellen. Die diesbezüglichen Resultate sind in der folgenden Tabelle niedergelegt. Die grosse Mehrzahl der Nematoden des Gotthard- und St. Bernhardgebiets kehrt auch im Rhätikon wieder.

Nematoden der Rhätikon-Gewässer.

Name	Fundorte	Höchster Fundort.
1. Monhystera crassa Bütsch.	Seen von Partnun und Garschina	Garschinas.,2189.
2. M. stagnalis Bast. . .	Lünersee, Seen von Partnun u. Tilisuna, Tümpel bei Partnun.	Tilisunasee,2102.
3. M. similis Bütschli . .	Lünersee, Seen von Partnun u. Tilisuna	Tilisunasee,2102.
4. M. spec. (nahe filiformis)	Lünersee, Garschinasee.	Garschinas.,2189.
5. Trilobus pellucidus Bast.	Partnunsee, Garschinasee, Weiher a. d. Kirchlispitzen, Tümpel a. Grubenpass.	Tümpel am Grubenpass, 2200.
6. T. gracilis Bütschli . .	Lünersee, Seen von Partnun, Tilisuna, Garschina; Gafiensee; Tümpel b. Partnun und am Grubenpass.	Tümpel am Grubenpass, 2200.
7. Dorylaimus stagnalis Duj.	Lünersee, Seen von Partnun, Tilisuna, Garschina.	Garschinas.,2189.
8. D. filiformis Bast. = polyblastus Bast.	Lünersee, Seen von Partnun, Tilisuna; Todtalpsee, Tümpel bei Partnun; Brunnen, Bäche und Quellen.	Todtalpsee,2340.
9. Dorylaimus leuckarti Bütschli	Tilisunasee, Bäche bei Partnun und an der Sulzfluh.	Tilisunasee,2102.
10. D. spec.	Tümpel am Rellsthalsattel.	Tümpel am Rellsthalsattel 2100.
11. Mononchus papillatus Bast.	Garschinasee.	Garschinas.,2189.
12. M. truncatus Bast. . .	Lünersee, Seen von Partnun u. Tilisuna.	Tilisunasee,2102.
13. Plectus spec.	Tilisuna-, Partnun- und Garschinasee.	Garschinas.,2189.
14. Mermis aquatilis Duj. .	Seen von Partnun, Tilisuna, Garschina; Lünersee.	Garschinas.,2189.
15. Gordius aquaticus Duj.	Brunnen und Bäche von Partnun.	Brunnen bei Partnun, 1800 m.

Digitized by Google

Als synonym muss ich betrachten *Dorylaimus filiformis* Bast. und *D. polyblastus* Bast. Von ersterer Art beschreibt Bastian nur das Weibchen, von der zweiten kennt er nur das Männchen. In den Rhätikongewässern traf ich die beiden Formen immer gemischt an, so dass sie wohl als die zwei Geschlechter ein und derselben Art gedeutet werden müssen.

Weitere Untersuchungen werden den Bestand der Nematoden-Fauna im Rhätikon zweifellos noch bedeutend erhöhen. Doch genügen die gesammelten Daten, um die reiche Vertretung der Tiergruppe in den Quellen, Bächen, Tümpeln und Seen des Rhätikon schon jetzt erkennen zu lassen. Die meisten Formen bewohnen ausschliesslich den Untergrund der grösseren Seen und erreichen in denselben, wie *Monhystera stagnalis, Dorylaimus filiformis* und *Mononchus truncatus* in Partnun und im Lünersee, bedeutendere Tiefen, 15—40 m. Andere, auch im Flachland weit verbreitete Formen, kommen, ausser in den Seen, auch im Schlamm der wärmeren Tümpel und Teiche vor; *Dorylaimus filiformis* endlich stellt sich gleichzeitig in stehendem Wasser und in den Moospolstern der Bergbäche ein. Dort findet er seinen Gattungsgenossen *D. leuckarti.* Ich fand denselben Nematoden auch in Schmelzwassertümpeln auf der Passhöhe des St. Gotthard. Im Rhätikon steigen Nematoden bis an die höchstgelegenen Fundorte, ja bis zur obersten Grenze tierischen Lebens. So bewohnt *Trilobus gracilis* noch den Gafiensee, *Dorylaimus filiformis* den Todtalpsee am Abhang der Scesaplana, der zoologisch beinahe als „todt" bezeichnet werden kann.

Mermis aquatilis gehört den verschiedenen Tiefen der grösseren Rhätikonseen an. Aehnlich lebt sie, nach einer Mitteilung von Zacharias, in den Wasserbecken des Riesengebirgs. Im Genfersee fieng Bugnion den Nematoden von 2—80 m Tiefe. Dipterenlarven, in denen die junge *Mermis* wahrscheinlich parasitiert, stehen in den Hochgebirgsseen bekanntlich in grosser Zahl zur Verfügung.

Als Bewohner fliessenden, klaren, kalten Wassers sind die *Gordius*-Arten bekannt. Sie stellen, nach Villot, ihre Bewegungen bei 25—26° C. ein und sterben bei 30 bis 32° C. In den Bergbächen, Brunnen und Quellen des Rhätikon steigt am höchsten *Gordius aquaticus* Duj., eine Form, die Villot aus ganz Europa und aus Nordamerika kennt. Ich traf das Tier auch mitten im Winter — 27. Dezember 1891 — in einem Brunnen bei Partnun. Der Fund bestätigt Villots Angaben über winterliches Vorkommen von Gordiiden.

Mit dem Nematodenbestand der Alpen mag derjenige der Hohen Tátra verglichen werden. Wir kennen denselben durch einige Angaben Wierzejskis, hauptsächlich aber durch die Arbeit von Dadays, dessen Notizen wir zu folgender Tabelle zusammenstellen:

Digitized by Google

Nematoden der Hohen Tátra.

	Name	Zahl d. Fundorte	Höchster Fundort m
1.	Monhystera crassa Bütsch.	6	2019
2.	M. similis Bast.	8	2019
3.	M. microphthalma de Man	3	2019
4.	M. paludicola de Man	1	1605
5.	M. filiformis Bütschli	2	2017
6.	M. tatrica Daday	1	2019
7.	M. pseudobulbosa Daday	2	2019
8.	Tripyla papillata Bütsch.	1	1534
9.	T. filicaudata Bast.	1	2019
10.	Trilobus gracilis Bast.	12	2019
11.	T. pellucidus Bast.	1	1507
12.	Cyatholaimus tenax de Man	1	1635
13.	Ironus entzii Daday	7	1667
14.	Teratocephalus palustris de Man	1	1606
15.	T. crassidens de Man	1	2006
16.	Prismatolaimus dolichurus de Man	3	1606
17.	Chromadora tatrica Daday	1	1605
18.	Ch. bioculata M. Sch.	2	2019
19.	Rhabdolaimus aquaticus de Man	6	2019
20.	Deontolaimus tatricus Daday	1	2006
21.	Ethmolaimus tatricus Daday	1	2006
22.	Dorylaimus carteri de Man	1	1996

Auch in der Hohen Tátra, so lehrt die Zusammenstellung, steigen zahlreiche Nematoden bis in die höchstgelegenen Gebirgsseen. Eine Abnahme in der Artenvertretung lässt sich auch bei 2000 m in keiner Weise konstatieren. Von 22 Arten überschreiten 14 die Höhenlinie von 1900 m. Manche der aufgezählten Nematoden (12 Arten) fand v. Daday je nur in einem See. Weit verbreitet dagegen sind *Monhystera crassa*, *M. similis*, *Trilobus gracilis*, *Ironus entzii* und *Rhabdolaimus aquaticus*. Mit Ausnahme von *Ironus* erreichen diese, zahlreiche Seen bewohnenden Formen auch die oberste Verbreitungsgrenze von 2019 m.

Es erübrigt noch, eine Parallele zu ziehen zwischen der Nematodenfauna der Hochalpen und der Tátra. Beiden Gebirgen sind gemeinschaftlich folgende Arten: *Trilobus gracilis*, *T. pellucidus*, *Monhystera crassa* und *M. similis*. Gerade diese vier Formen aber können, nach dem Zeugnis von Bastian, Bütschli, v. Daday und de Man, mit vollstem Recht zu den überall vorkommenden Kosmopoliten gerechnet werden. Sie ge-

Digitized by Google

niessen in den Hochgebirgen, wie die Ubiquisten anderer Tiergruppen, die weiteste horizontale und vertikale Ausdehnung.

Ohne Zweifel wird es auch gelingen, den in allen Abschnitten der Alpen häufig vorkommenden *Dorylaimus stagnalis* für die Tátra nachzuweisen, ist der Wurm doch überall zu Hause. Moniez fand ihn, mit *Mononchus papillatus*, auch subterran. Auf den Azoren ist er gemein, ebenso nach v. Daday in Ceylon. Unter den von uns aufgezählten alpinen Nematoden nennt Bütschli als häufige Arten u. a. noch *Dorylaimus leuckarti*, *Monhystera stagnalis*, *Mononchus truncatus* und *M. papillatus*.

Nicht ohne biologisches Interesse ist die Thatsache, dass diejenige Art von *Gordius*, welche am regelmässigsten und am höchsten in die Gebirge emporsteigt, *G. aquaticus*, sich, nach Villot, erst im Spätsommer und Herbst fortpflanzt. Seine weniger alpinen Gattungsgenossen dagegen vermehren sich im Mai bis Juli. Wie in andern Tiergruppen haben offenbar auch hier die Bedingungen des Hochgebirgs zu einer Verlegung der Fortpflanzungsthätigkeit geführt.

9. Rotatoria.

Ueber das Vordringen der Rädertierchen in die Hochalpen und über ihre dortige vertikale und horizontale Verbreitung sollen zunächst die folgenden Tabellen aufklären. Das in ihnen verarbeitete Material entstammt den Aufzeichnungen von Asper, G. Burckhardt, Fuhrmann, Heuscher, Imhof, v. Dalla Torre, Lorenzi, Pitard, Perty, Senna, Studer, Ternetz, Weber und Zschokke. In Fragen der Systematik und Synonymie wurden zum grössten Teil die Vorschläge Webers angenommen. Besonders sei erwähnt, dass an die Stelle von *Conochilus volvox* Ehrbg. überall der Name *C. unicornis* Rouss. trat, da, nach Webers Angaben, die letztgenannte Art in der Schweiz verbreitet ist und fast regelmässig falsch als *C. volvox* bestimmt wurde. Wahrscheinlich dürfte sich ergeben, dass das von drei hochalpinen Lokalitäten gemeldete *Pedalion mirum* Huds. (Lac Parchet, 1700 m, Val Campo, 2370 m, oberer See von Drónaz, 2630 m) der von Levander beschriebenen nordischen Form, *P. fennicum*, entspricht.

Rotatorien in Gewässern der Alpen über 1450 m.

Name	Zahl der Fundorte	Höchster Fundort	m
1. Floscularia ornata Ehrbg. . . .	1	Lej Marsch	1810
2. F. proboscidea Ehrbg.	1	Tümpel an Waldgrenze in Tirol	ca. 1600
3. Monolabis spec.	1	Unterer Murgsee	1673
4. Tubicolaria najas Ehrbg. ? . . .	2	Grimsel, Gotthard	ca. 2100
5. Stephanoceros eichhorni Ehrbg. .	1	Todtensee-Grimsel	2144
6. Melicerta ringens Schrank. . . .	1	Tirol	2000

Digitized by Google

Name	Zahl der Fundorte	Höchster Fundort	m
7. Oecistes crystallinus Ehrbg. . . .	1	Tirol	2000
8. Conochilus unicornis Rouss. . . .	13	Lago Corrandoni	2359
9. Philodina roseola Ehrbg.	6	Piano dei porci	2200
10. Ph. citrina Ehrbg.	2	Gotthard	2093
11. Ph. aculeata Ehrbg.	2	Silsersee	1796
12. Ph. macrostyla Ehrbg.	1	Unterer Seewenalpsee	1621
13. Ph. erythrophthalma Ehrbg. . .	2	See beim Bernhardhospiz	2445
14. Philodina spec.	2	Lago Lisera	2344
15. Rotifer vulgaris Schrank. . . .	15	Fibbia	2550
16. R. citrinus Ehrbg.	6	See beim Bernhardhospiz	2445
17. R. macrurus Ehrbg.	1	Gotthard	ca. 2000
18. Rotifer spec.	1	Mittlerer Murgsee	1815
19. Callidina elegans Ehrbg.	10	Unterer See von Orny	2686
20. C. cornuta Perty	1	Gotthardplateau	ca. 2000
21. C. bidens Gosse	1	Weiher an Kirchlispitzen	2100
22. C. parasitica Gigl.	1	Garschinasee	2189
23. Asplanchna priodonta Gosse . . .	9	Lago scuro	2453
24. Synchaeta pectinata Ehrbg. . . .	8	Crocettasee	2307
25. Polyarthra platyptera Ehrbg. . .	32	See auf Band bei Cresta	2580
26. Triarthra longiseta Ehrbg. . . .	3	Lej Cavloccio	1908
27. Hydatina senta Ehrbg.	4	Gotthard	2093
28. Rhinops vitrea Huds.	1	Tirol	1800
29. Notommata aurita Ehrbg. . . .	9	Garschinasee	2189
30. N. lacinulata Ehrbg.	1	Gotthard	ca. 2000
31. N. ansata Ehrbg.	2	Tilisunasee	2102
32. N. forcipata Ehrbg.	2	Engstlenalp	1800
33. Notommata spec.	6	See beim Bernhardhospiz	2445
34. Copeus caudatus Collins	7	Gafiensee	2313
35. Proales decipiens Ehrbg.	1	Tirol	2000
36. Furcularia micropus Gosse . . .	1	Todtalpsee	2340
37. Eosphaera digitata Ehrbg. . . .	3	Tilisunasee	2102
38. E. elongata Ehrbg.	3	Tilisunasee	2102
39. Diglena forcipata Ehrbg.	2	Unterer Murgsee	1673
40. D. catellina Ehrbg.	3	Grimsel	1825
41. Diglena spec.	6	Lago Cadlimo	2513
42. Mastigocerca carinata Ehrbg. . .	1	Tirol	ca. 1500
43. M. bicornis Ehrbg.	4	Lünersee	1943

Digitized by Google

Name	Zahl der Fundort	Höchster Fundort	m
44. Mastigocerca rattus Ehrbg. . . .	2	Garschinasee	2189
45. Mastigocerca spec.	2	Lej Sgrischus	2640
46. Coelopus spec.	1	Pizzo Columbe	2375
47. Rattulus lunaris Ehrbg.	3	Todtensee-Grimsel	2144
48. R. sejunctipes Gosse	1	Partnunsee	1874
49. Rattulus spec.	1	Passo dell' uomo	2302
50. R. tigris O. F. M.	2	Gotthard	ca. 2000
51. Dinocharis pocillum Ehrbg. . . .	2	Mittlerer Murgsee	1815
52. Stephanops muticus Ehrbg. . . .	1	Am Faulhorn	ca. 2000
53. Diaschiza semiaperta Gosse . . .	9	Todtalpsee	2340
54. Salpina spinigera Ehrbg.	1	Lac des Chalets	1782
55. S. brevispina Ehrbg.	6	Wangsersee	2200
56. S. mutica Perty	1	Gotthard	ca. 2000
57. S. eustala Hudson	1	Lac de Champex	1460
58. Euchlanis dilatata Ehrbg. . . .	30	Oberer See von Drônaz	2630
59. E. macrura Ehrbg.	3	Todtensee-Grimsel	2144
60. E. triquetra Ehrbg.	1	Lünersee	1943
61. Euchlanis spec.	2	Lago Viola	2163
62. Cathypna luna Ehrbg.	8	Garschinasee	2189
63. Cathypna spec.	2	Piano dei porci	2200
64. Monostyla lunaris Ehrbg. . . .	4	Piano dei porci	2200
65. Monostyla spec.	2	Lago Punta nera	2456
66. Colurus bicuspidatus Ehrbg. . . .	1	Unterer Seewensee	1621
67. C. uncinatus Ehrbg.	2	Todtensee-Grimsel	2144
68. C. deflexus Ehrbg.	2	Tirol	2000
69. Colurus spec.	3	Piano dei porci	2200
70. Metopidia lepadella Ehrbg. . . .	3	Gotthard	2000
71. Metopidia spec.	2	Lago Punta nera	2456
72. Squamella bractea Ehrbg. . . .	4	Siedelhorn	2400
73. Squamella spec.	1	Ritomsee	1829
74. Pterodina patina Ehrbg.	1	Tirol	2000
75. Brachionus pala Ehrbg.	2	Tirol	2000
76. Brachionus spec.	1	Tümpel bei Partnun	1930
77. Anuraea aculeata Ehrbg.	18	Oberer Splügensee	2270
78. A. cochlearis Gosse	28	Garschinasee	2189
79. A. testudo Ehrbg.	1	Lünersee	1943
80. A. serrulata Ehrbg.	1	Garschinasee	2189

Digitized by Google

	Name	Zahl der Fundorte	Höchster Fundort	m
81.	Notholca longispina Kellic.	50	Lej Sgrischus	2640
82.	N. foliacea Ehrbg.	1	Tilisunasee	2102
83.	N. striata O. F. M.	1	Daubensee	2214
84.	Ploesoma lynceum Ehrbg.	1	Lej Marsch	1810
85.	Pl. lenticulare Herrick.	1	Lac de Champex	1460
86.	Pedalion mirum Huds.	3	Oberer See von Drónaz	2630
87.	Diastemma spec.	1	Lago Tom	2023

Von den 87 Arten hochalpiner Rädertierchen steigen bis

1800 m	77 Species
2000 m	63 „
2200 m	30 „
2400 m	14 „
2600 m	5 „
2700 m	0 „

Horizontale Verbreitung der Rotatorien in den Hochalpen.

	Name	Champex, Orny Bernhard	Berneralpen	Gotthard	Graubünden (ohne Rhätikon)	Rhätikon	Tirol
1.	Floscularia ornata Ehrbg.	—	—	—	+	—	—
2.	F. proboscidea Ehrbg.	—	—	—	—	—	+
3.	Tubicolaria najas Ehrbg.	—	+	+	—	—	—
4.	Stephanoceros eichhorni Ehrbg.	—	+	—	—	—	—
5.	Melicerta ringens Schrk.	—	—	—	—	—	+
6.	Oecistes crystallinus Ehrbg.	—	—	—	—	—	+
7.	Conochilus unicornis Rouss.	—	—	+	+	—	—
8.	Philodina roseola Ehrbg.	—	+	+	+	+	+
9.	P. citrina Ehrbg.	—	—	+	—	—	—
10.	P. aculeata Ehrbg.	+	—	—	+	—	—
11.	P. erythrophthalma Ehrbg.	+	—	—	—	—	—
12.	Philodina spec.	—	—	+	—	—	—
13.	Rotifer vulgaris Schrk.	—	+	+	+	—	+
14.	R. citrinus Ehrbg.	+	+	+	—	—	—
15.	R. macrurus Ehrbg.	—	—	+	—	—	—
16.	Callidina elegans Ehrbg.	+	+	+	—	—	—
17.	C. cornuta Perty	—	—	+	—	—	—
18.	C. bidens Gosse	—	—	—	—	+	—

Digitized by Google

Name	Champex, Orny Bernhard	Berneralpen	Gotthard	Graubünden (ohne Rhätikon)	Rhätikon	Tirol
19. Callidina parasitica Gigl.	—	—	—	—	+	—
20. Asplanchna priodonta Gosse	—	—	+	+	—	—
21. Synchaeta pectinata Ehrbg.	—	—	—	+	—	—
22. Polyarthra platyptera Ehrbg.	+	—	+	+	—	+
23. Triarthra longiseta Ehrbg.	—	—	—	+	—	—
24. Hydatina senta Ehrbg.	—	+	+	—	—	+
25. Rhinops vitrea Huds.	—	—	—	—	—	+
26. Notommata aurita Ehrbg.	—	—	+	—	+	—
27. N. lacinulata Ehrbg.	—	—	+	—	—	—
28. N. ansata Ehrbg.	—	—	—	—	+	—
29. N. forcipata Ehrbg.	—	+	—	—	—	—
30. Notommata spec.	+	+	+	—	—	—
31. Copeus caudatus Collins	—	—	—	—	+	—
32. Proales decipiens Ehrbg.	—	—	—	—	—	+
33. Furcularia micropus Gosse	—	—	—	—	+	—
34. Eosphaera digitata Ehrbg.	—	—	—	—	+	—
35. E. elongata Ehrbg.	—	—	—	—	+	—
36. Diglena forcipata Ehrbg.	—	—	—	+	—	—
37. D. catellina Ehrbg.	—	+	+	—	—	—
38. Diglena spec.	—	—	+	+	+	—
39. Mastigocerca carinata Ehrbg.	—	—	—	—	—	+
40. M. bicornis Ehrbg.	—	—	+	—	+	—
41. M. rattus Ehrbg.	—	—	—	—	+	—
42. Mastigocerca spec.	—	—	—	+	—	—
43. Coelopus spec.	—	—	+	—	—	—
44. Rattulus lunaris Ehrbg.	—	+	+	—	—	—
45. R. sejunctipes Gosse	—	—	—	—	+	—
46. Rattulus spec.	—	—	+	—	—	—
47. R. tigris O. F. M.	—	—	+	+	—	—
48. Stephanops muticus Ehrbg.	—	+	—	—	—	—
49. Diaschiza semiaperta Gosse	—	—	+	—	+	—
50. Salpina brevispina Ehrbg.	—	—	—	—	—	+
51. S. mutica Perty	—	—	+	—	—	—
52. S. eustala Huds.	+	—	—	—	—	—
53. Euchlanis dilatata Ehrbg.	+	—	+	+	+	—
54. E. macrura Ehrbg.	—	+	+	—	—	—
55. E. triquetra Ehrbg.	—	—	—	—	+	—
56. Euchlanis spec.	—	—	—	+	—	—

Digitized by Google

Name	Champex, Gr. St. Bernhard	Berneralpen	Gotthard	Graubünden (ohne Rhätikon)	Rhätikon	Tirol
57. Cathypna luna Ehrbg.	—	+	+	—	+	+
58. Cathypna spec.	—	—	+	—	—	—
59. Monostyla lunaris Ehrbg.	—	+	+	—	—	—
60. Monostyla spec.	—	—	+	+	—	—
61. Colurus uncinatus Ehrbg.	—	+	+	—	—	—
62. C. deflexus Ehrbg.	—	—	+	—	—	+
63. Colurus spec.	—	—	+	—	—	—
64. Metopidia lepadella Ehrbg.	—	+	+	—	—	+
65. Metopidia spec.	—	—	+	—	—	—
66. Squamella bractea Ehrbg.	—	+	+	—	—	+
67. Squamella spec.	—	—	+	—	—	—
68. Pterodina patina Ehrbg.	—	—	—	—	—	+
69. Brachionus pala Ehrbg.	—	—	—	—	—	+
70. Brachionus spec.	—	—	—	—	+	—
71. Anuraea aculeata Ehrbg.	—	—	+	+	+	—
72. A. cochlearis Gosse	+	+	+	+	+	—
73. A. testudo Ehrbg.	—	—	—	—	+	—
74. A. serrulata Ehrbg.	—	—	—	—	+	—
75. Notholca longispina Kellic.	—	+	+	+	+	—
76. N. foliacea Ehrbg.	—	—	—	—	+	—
77. N. striata O. F. M.	—	+	—	—	—	—
78. Ploesoma lynceum Ehrbg.	—	—	—	+	—	—
79. Pl. lenticulare Herrick.	+	—	—	—	—	—
80. Pedalion mirum Huds.	+	—	—	+	—	—
81. Distemma spec.	—	—	+	—	—	—
Summe	11	20	41	21	24	17

Aus allen	6	Regionen	sind bekannt	0	Species
„	5	„	„ „	2	„
„	4	„	„ „	5	„
„	3	„	„ „	8	„
„	2	„	„ „	16	„
„	1	Region	„ „	50	„
				81	Species

Die sieben allgemein alpin verbreiteten Rotiferen heissen: *Philodina roseola* Ehrbg., *Polyarthra platyptera* Ehrbg., *Euchlanis dilatata* Ehrbg., *Rotifer vulgaris* Schrk., *Cathypna luna* Ehrbg., *Anuraea cochlearis* Gosse, *Notholca longispina* Kellic.; es sind Kosmopoliten

Digitized by Google

im vollsten Sinne des Wortes. Die zusammengestellten Daten sprechen ohne weiteres für den sehr bedeutenden Reichtum hochalpiner Gewässer an Rädertierchen. Damit decken sich auch die allgemeineren Angaben mehrerer Autoren. Thomas z. B. fand nicht näher bestimmte Rotatorien in einem Tümpel bei Arosa, 2120 m, der durch *Euglena sanguinea* blutrot gefärbt war. Weber zieht den Rotiferen in den Alpen eine obere Verbreitungsgrenze von 2500—2700 m. Heuscher weist auf die Uebereinstimmung der Rotatorienfauna von Ebene und Gebirge und hält die letztere für ärmer.

Die Tabellen lehren auch, dass im allgemeinen in der Ebene und im Gebirge horizontal weitverbreitete Rotatorien gleichzeitig in den Alpen am höchsten emporsteigen. Hieher wären besonders zu rechnen *Conochilus unicornis, Philodina roseola, Rotifer vulgaris, R. citrinus, Callidina elegans, Asplanchna priodonta, Polyarthra platyptera, Synchaeta pectinata, Notommata aurita, Copeus caudatus, Diaschiza semiaperta, Euchlanis dilatata, Squamella bractea, Anuraea aculeata, A. cochlearis* und *Notholca longispina.*

Perty nennt als besonders resistente und desshalb im Hochgebirge horizontal und vertikal weitverbreitete Rädertierchen *Rotifer vulgaris, R. citrinus, Ph. roseola, Diglena catellina, Rattulus lunaris, Euchlanis macrura, Cathypna luna, Squamella bractea, Colurus uncinatus, Stephanops muticus, Stephanoceros eichhorni* und *Diaschiza semiaperta.*

Eine uns speziell wichtige Thatsache aber war Perty noch unbekannt, dass pelagische Rotatorien in allerweitester horizontaler und vertikaler Verbreitung die allerverschiedenartigsten Hochgebirgsseen beleben und so ihrem kosmopolitischen Charakter treu bleiben. In dieser Richtung kommen ganz besonders in Betracht *Conochilus unicornis, Asplanchna priodonta, Polyarthra platyptera, Synchaeta pectinata, Anuraea aculeata, A. cochlearis, Notholca longispina* und die halbpelagische *Euchlanis dilatata.*

Selten dagegen sind im Hochgebirgssee sessile, röhrenbauende Rotatorien. Der Mangel an geeignetem pflanzlichem Substrat mag dabei entscheidend sein.

Von Gebirgssee zu Gebirgssee schwankt der Reichtum an Individuen und Arten von Rotiferen in bedeutendem Masse, je nachdem sich die äusseren Bedingungen verschieden günstig gestalten. So kommt es, dass in höher gelegenen Wasserbecken unsere Tiergruppe oft eine reichere Vertretung findet, als in tiefer liegenden Gewässern. Die faunistische Verarmung mit steigender Höhenlage stellt sich auch für die Rotatorien nur sprungweise und in allgemeinsten Zügen ein.

Für die von Fuhrmann untersuchten Hochseen des südlichen Gotthardgebiets stellen sich die diesbezüglichen Verhältnisse wie folgt. Die Rotatorien erweisen sich mit 26 Arten als die am besten vertretene Tiergruppe. Besonders weit verbreitet in den 18 Seen sind die pelagischen Formen Es ergiebt sich aus Fuhrmanns Notizen etwa nachstehende Tabelle:

Digitized by Google

See	Höhenlage m	Zahl der Rotatorienarten
1. Ritom	1829	12
2. Sümpfe von Ritom	1844	0
3. Cadagno	1921	7
4. Lago di Alpe	2018	4
5. Lago Tom	2023	9
6. Sümpfe von Piora	2106	2
7. Sümpfe von Piano dei porci	2200	5
8. Lago Taneda	2293	2
9. Lago Passo dell' uomo	2302	4
10. Lago Pizzo dell' uomo	2305	1
11. Lago Lisera	2344	2
12. Lago Poncione negri	2353	0
13. Lago Corrandoni	2359	6
14. Lago Pizzo Columbe	2375	3
15. Lago Pizzo Tenelin	2450	1
16. Lago scuro	2453	2
17. Lago Punta nera	2456	4
18. Lago di Cadlimo	2513	4

Noch sicherer stehen folgende, auf längere Beobachtungen sich stützende Zahlen.

Rhätikon.

Gewässer	Höhenlage m	Zahl der Rotatorienarten
1. Mieschbrunnen	1810	4
2. Partnunsee	1874	12
3. Tümpel am Partnunsee	1930	10
4. Lünersee	1943	7
5. Weiher an den Kirchlispitzen	2100	2
6. Weiher am Rellsthalsattel	2100	0
7. Tilisunasee	2102	7
8. Garschinasee	2189	8
9. Gafiensee	2313	1
10. Todtalpsee	2340	3

Die Zahlen zeigen deutlich, dass von Algen erfüllte Hochseen an Rotatorien reicher sind, als vegetationsarme Becken. Zu den ersteren gehört der Tümpel bei Partnun und der Garschinasee, zu den letzteren der Gafiensee, Todtalpsee und der Weiher an den Kirchlispitzen. Die weite Fläche und die bedeutende Tiefe des Lünersees ruft der

Digitized by Google

reichen Entwicklung einer pelagischen Rotiferenbevölkerung; im austrocknenden Tümpel am Partnunersee dagegen gedeihen fast ausschliesslich litorale Formen. Am günstigsten stellt sich der Partnunsee, welcher das pelagische und litorale Element in sich vereinigt. Das eine findet passende Heimat im grösseren südlichen Seeabschnitt; das andere entwickelt sich reich in den Algenmassen des kleinen Sees.

Die Rotatorienfauna anderer Hochgebirge zeigt mit derjenigen der Alpen die grösste Uebereinstimmung. De Guerne und Richard verdanken wir einige Angaben über die Rädertierchen hochgelegener Seen der Pyrenäen. Die genannten Autoren fanden Ende August und Anfang September *Polyarthra platyptera* Ehrbg. in vier Seen von 1500—2215 m Höhe. *Asplanchna priodonta* Gosse war in drei Becken von 1500—2165 m zu Hause; *Notholca longispina* Kellic. belebte ebenfalls drei Seen von 1500—2215 m.

Einen Vertreter des Genus *Asplanchna*, *A. anglica* Dalr., meldet auch Wierzejski aus elf Seen der Hohen Tátra bis zu 1889 m Höhe. Ausführlicher unterrichtet uns v. Daday über die Rotatorien des eben genannten Gebirges. Seine Daten fasse ich zu folgender Tabelle zusammen.

Rotatorien der Hohen Tátra.

Name	Zahl der Fundorte	Höchster Fundort m
1. Floscularia mutabilis Gosse	7	2019
2. Stephanoceros eichhorni Ehrbg.	1	1507
3. Conochilus volvox Ehrbg. (vielleicht C. unicornis Rouss.)	5	2019
4. Rotifer vulgaris Ehrbg.	7	1996
5. R. macrurus Ehrbg.	2	1606
6. Rotifer spec.	7	2019
7. Asplanchna priodonta Gosse	4	1597
8. A. brightwellii Gosse	6	2019
9. Synchaeta tremula Ehrbg.	1	1507
10. Polyarthra platyptera Ehrbg.	1	2006
11. Notommata aurita Ehrbg.	1	1606
12. Proales decipiens Ehrbg.	1	1507
13. Mastigocerca rattus Ehrbg.	4	2017
14. Rattulus tigris Ehrbg.	3	1635
15. Euchlanis dilatata Ehrbg.	16	2019
16. E. deflexa Ehrbg.	1	2019
17. Cathypna luna Ehrbg.	11	2019
18. Monostyla lunaris Ehrbg.	4	2019

Digitized by Google

Name	Zahl der Fundorte	Höchster Fundort m
19. Colurus uncinatus Ehrbg.	13	2019
20. Brachionus urceolaris Ehrbg.	1	1996
21. Anuraea cochlearis Gosse	1	1606
22. Notholca longispina Kellic.	4	1597

Von den 22 Rotatorien der Hohen Tátra gehören 17 auch den Hochalpen an. Weitere Forschungen werden die faunistische Aehnlichkeit beider Gebirgszüge noch deutlicher hervortreten lassen. Die Tátra besitzt keine Rotiferengattung, welche nicht gleichzeitig auch den Alpen zukommen würde.

Auch für die Hohe Tátra gilt das Gesetz, dass die horizontal am weitesten verbreiteten Rädertierchen, die Ubiquisten *Rotifer vulgaris, Euchlanis dilatata, Cathypna luna, Colurus uncinatus,* die höchst gelegene Grenze erreichen. Nach oben lässt sich auch für die Rotatorien der Tátra keine regelmässige Abnahme konstatieren. 14 Arten überschreiten die Höhenquote von 1900 m. Spezieller gewinnen wir folgende Zahlen:

Höhenlage des Sees m	Zahl der Rotatorien-Species
1356	8
1404	9
1507	11
1534	1
1597	6
1605	3
1606	7
1635	2
1667	8
1940	3
1996	5
1996	6
2006	9
2017	4
2019	7
2019	4

Reichtum und Zusammensetzung der Rotatorienfauna hängt auch hier nicht direkt von der Höhenlage des bewohnten Wasserbeckens, sondern von der Gestaltung der äusseren Bedingungen ab.

Es ist bereits darauf hingewiesen worden, dass die grosse Mehrzahl der im Hochgebirge lebenden Rotatorien eine ungemein weite Verbreitung besitzt. Auf Einzelheiten in dieser Richtung einzutreten ist unmöglich, doch mögen wenigstens einige Züge des Bildes entworfen werden.

Digitized by Google

Von den etwa 80 Arten von Rädertierchen, die Bergendal als Wasserbewohner aus Grönland (zwischen dem 66. und 70.° nördl. Br.) kennt, kehren die meisten in den Hochalpen wieder. Auch die finnische Fauna, wie sie Levander und Stenroos zusammenstellen, umschliesst kaum andere Formen. Stenroos weist ausdrücklich darauf hin, dass das Auftreten der Rotatorien im finnischen Nurmijärvi-See vielfach an die Entwicklung der Pflanzenwelt gebunden sei.

Dem hohen Norden, Lofoten, Halbinsel Kola, Bäreninsel, Barentsinsel, Spitzbergen, Grönland und Island, gehören dieselben pelagischen Rotatorien an, wie den Hochgebirgsseen. Richard, J. de Guerne und Levander erbeuteten dort hauptsächlich *Notholca longispina*, *Anuraea aculeata*, *A. cochlearis*, *Asplanchna priodonta*, *Triarthra longiseta*, *Polyarthra platyptera*, *Conochilus volvox*.

Spitzbergens Rotatorienfauna fand weitere Bearbeiter in Scourfield und besonders in Bryce.

Die genannten Autoren beschäftigten sich mit den das Moos bewohnenden Rotiferen, von denen sie nicht weniger als 26 Arten konstatierten. Dieser gegen Eintrocknung und Kälte so resistenten Fauna gehören 13 Vertreter der Gattung *Callidina* an, unter ihnen *C. alpium*, welche schon Ehrenberg aus Moos von Spitzbergen und gleichzeitig der Hochalpen kannte. Aber auch andere Alpenbewohner, wie *Philodina erytrophthalma*, *Proales decipiens* und *Metopidia lepadella* sammelten Scourfield und Bryce im hohen Norden.

Es mag hier daran erinnert werden, dass sowohl Ehrenberg als Perty in sehr bedeutender Erhebung der Hochalpen neben anderen tierischen Organismen zahlreiche Rotatorien in eingetrocknetem Zustand fanden, die sich nach langer Zeit durch Anfeuchtung wieder teilweise zum aktiven Leben zurückrufen liessen. Ehrenberg nennt vom Grossglokner, von der Zugspitze, aus den Berneralpen und der Monte Rosa-Gruppe hauptsächlich Vertreter der Gattung *Callidina*. Perty zog aus Rasen der Fibbia, des Siedelhorns und des Stokhorns, neben Nematoden, Infusorien und Rhizopoden, *Rotifer vulgaris*, *Callidina elegans* und *Philodina roseola*. Der klimatischen Parallele zwischen den Hochalpen und Spitzbergen entspricht somit auch eine faunistische.

Leben viele der Hochgebirgs-Rotatorien im hohen Norden, so gehört die grosse Mehrzahl derselben nicht minder der tropischen und subtropischen Zone an. Darüber nur einige besonders auffällige Angaben.

Syrien (nach Barrois) unter anderen:

Cathypna luna, *Polyarthra platyptera*, *Euchlanis dilatata*, *Anuraea aculeata*, *A. cochlearis*, *Mastigocerca bicornis*, *Dinocharis pocillum*.

Ost-Afrika (nach Collin) u. a.:

Conochilus volvox, *Philodina roseola*, *Asplanchna* spec., *Cathypna* spec., *Anuraea aculeata* in der var. *valga* Ehrbg., die auch von Berlin, aus dem finnischen Busen und aus Syrien bekannt ist.

Digitized by Google

Azoren (nach Barrois, de Guerne, Richard) u. a.:

Pedalion mirum, Philodina roseola, Asplanchna imhofi, Anuraea aculeata, Triarthra longiseta, Monostyla lunaris.

Canaren (nach Richard):

Anuraea aculeata, Polyarthra platyptera, Pedalion mirum.

Ceylon (nach v. Daday):

Gesammelt wurden fast ausschliesslich die gewöhnlichsten, kosmopolitischen Formen. Die meisten gehören auch Europa an; von 46 Arten leben 42 auch ausserhalb Ceylons. v. Daday nennt u. a. *Rotifer vulgaris, Synchaeta pectinata, Mastigocerca rattus, Euchlanis dilatata, Cathypna luna, Salpina brevispina, Polyarthra platyptera, Anuraea* etc. etc.

Aus der Gegend von Yokohama kennen Richard und Moniez *Notholca longispina.*

Tonkin (Richard):

Triarthra longiseta, Anuraea aculeata, Brachionus pala u. a.

Neu-Guinea, unter anderen:

Euchlanis dilatata, Salpina brevispina, Cathypna luna, Anuraea aculeata.

Dass Nordamerika die Rotiferenfauna Europas besitzt, ist durch eine Reihe von Autoren, unter welchen wir aus neuerer Zeit H. B. Ward und Hempel nennen, festgestellt worden.

Es erübrigt endlich noch darauf hinzuweisen, dass auch die Rotatorienvertretung der Mittelgebirge — Riesengebirge, Jura, Schwarzwald, Salève, Auvergne — von derjenigen der Hochgebirge in keinem wesentlichen Punkt abweicht. Darüber belehren uns die Arbeiten von Imhof, Richard, de Guerne, Pugnat, Zacharias und vielen andern. Natürlich wechselt die Zusammensetzung der Rotiferenfauna auch in den Mittelgebirgen von See zu See, was Richard für die Auvergne ausdrücklich betont. Ueberall spielt die weitverbreitete *Notholca longispina* eine grosse Rolle.

An Hand der äusserst zahlreichen Publikationen, besonders der jüngsten Zeit, auf die gleichmässige Verbreitung der von uns als Hochgebirgsbewohner genannten Rotatorien durch ganz Europa einzutreten, liegt kein Anlass vor. Es sei nur bemerkt, dass sich das Vorkommen mancher der uns beschäftigenden Formen auf das fliessende Wasser — nach Zimmers und eigenen Erfahrungen — und auf unterirdische Gewässer (Moniez, Vejdóvsky) erstreckt.

Manche der im Gebige hoch emporsteigenden Rädertierchen sind übrigens an andere pflanzliche oder tierische Organismen gebunden und dadurch in ihrer Ausbreitung beschränkt. So lebt, nach Giglioli, Hudson, Gosse und Plate, *Callidina parasitica* ausschliesslich, aber mit der grössten Regelmässigkeit, auf den thorakalen und abdominalen Gliedmassen von *Gammarus.*

Philodina roseola fand v. Daday noch in Quellen von 32° C. Um endlich den kosmopolitischen Charakter mancher Rotatorien recht deutlich hervortreten zu lassen, darf nicht übersehen werden, dass viele von ihnen sowohl das reine Süsswasser des

Digitized by Google

Alpenseen, als brakische Sümpfe und eigentliches Meerwasser bewohnen. Sie sind in bemerkenswertem Grade eurhyalin.

Aus dem bottnischen Meerbusen zählt Plate folgende Rotiferen auf, welche uns auch in Gewässern der Hochgebirge entgegengetreten sind: *Anuraea aculeata*, *A. cochlearis*, *Polyarthra platyptera*, *Triarthra longiseta*, *Cathypna luna* und *Monostyla lunaris*. Ungefähr dieselben Formen hatte Imhof schon früher in der Ostsee erbeutet. Er kennt ausserdem aus jenem Gebiet Vertreter der Genera *Euchlanis*, *Brachionus* und *Asplanchna*, sowie *Synchaeta pectinata* und *Notholca longispina*. Letztere Art kennt auch Zacharias aus dem Hafen von Stockholm. Auch Levander fiel die gleichzeitige Gegenwart mancher Rotatorien in der Ostsee und im reinen Süsswasser auf. Aehnliche Beobachtungen machte jüngst Lemmermann am schwachsalzigen Waterneverstorfer Binnensee. Bekannt ist auch das Vorkommen von *Pedalion mirum* in Salzseen.

Zusammenfassende Uebersichten veröffentlichten Imhof und v. Daday. Von 40 eurhyalinen Formen, die der erstgenannte Autor aufzählt, kennt er 14 auch aus hochgelegenen Wasserbecken der Alpen. Später fügt er in einer neuen Liste denselben noch *Notholca scapha* Gosse (= *N. striata* O. F. M.) aus dem Daubensee bei. Seither sind von den 40 Arten Imhofs weitere vier in Hochalpenseen entdeckt worden.

Noch eingehender beschäftigt sich mit dem Gegenstand v. Daday. Er stellt die Angaben der früheren Autoren und seine eigenen Beobachtungen zusammen und gelangt dazu, 32 Rotatorien aufzuzählen, die aus dem Meer und aus dem Süsswasser bekannt sind. Dazu kommen noch vier weitere Arten, die dem Meer, dem Süsswasser und continentalen Salzwässern gleichzeitig angehören. Unter diesen durch v. Daday vereinigten 36 Species zähle ich nicht weniger als 19 in Hochalpengewässer emporsteigende Rotatorien.

Der Salzgehalt der Gewässer übt auf die Verteilung der Rotatorien keinen entscheidenden Einfluss aus.

Aus allen angeführten Daten geht zur Genüge hervor, dass die Hochgebirgsgewässer spezielle Rädertierformen nicht beherbergen. Ihre Rotatorienbevölkerung besitzt einen durchaus kosmopolitischen Anstrich.

Die gleichmässige Verbreitung der Rotiferen in horizontaler und vertikaler Richtung mag eine mehrfache Erklärung finden.

Sie wird begünstigt durch die bei den meisten Rädertierchen in höchstem Grade ausgeprägten eurhyalinen und eurythermen Eigenschaften. Die Widerstandsfähigkeit gegen sehr verschiedenen Salzgehalt des bewohnten Wassers wurde soeben erörtert. Auch die Gegenwart von Rotatorien unter extremen Temperaturverhältnissen fand im Abschnitt über die Winterfauna bereits Besprechung. Dem dort Gesagten sei noch beigefügt, dass Weber die Gattungen *Callidina* und *Rotifer* mitten im Winter auf Lebermoosen lebend antraf. Lauterborn beobachtete bei zahlreichen, pelagischen Formen unter dicker Eisdecke lebhafte, parthenogenetische Eibildung. Die Arbeiten von Ehren-

Digitized by Google

berg, Perty, Imhof u. a. enthalten zahlreiche Angaben über das Auftreten von Rotiferen unter dem winterlichen Eise. Auch Hempel gelangt für die Rotatorien Nordamerikas zum Schluss, dass ein und dieselbe Form unter sehr verschiedenen extremen Bedingungen ihr Leben fristen kann und in ihrer Verbreitung von Klima und Temperatur nur in geringem Grad abhängt. Der genannte Autor fieng unter dicker Eiskruste acht, zum Teil Eier tragende Rotiferen-Species.

Das kosmopolitische Auftreten vieler Rotiferen, und damit auch ihre weite Verbreitung in Hochgebirgen, wird mächtig gefördert durch die Fähigkeit, Dauerstadien zu bilden. Die Wasserbewohner erzeugen Dauereier, die Moos- und Erd-Rotatorien ertragen vollständige und oft lange dauernde Eintrocknung. Zu den letzteren gehören vor allem die *Callidina*-Arten. Plate berichtet, dass *C. symbiotica* in eingetrocknetem Zustand Temperaturdifferenzen von — 20 bis + 70 ° C. auszuhalten vermöge. Austrocknungsfähigkeit schreibt Weber auch den so ungemein weitverbreiteten Formen *Rotifer vulgaris* Schrank und *Philodina roseola* Ehrbg. zu. Beide gehören bekanntlich zu den gewöhnlichsten Rädertierchen der Hochgebirge. *Ph. roseola* fand auch Zacharias in kleinsten, eintrocknenden Wasseransammlungen.

Widerstandskraft gegen äussere Einflüsse, sowie die Fähigkeit, Dauerstadien zu bilden, garantieren der Gruppe der Rotatorien somit reiche Vertretung im Hochgebirge.

Ueber die Periodizität der Rotatorien in hochalpinen Gewässern stehen uns nur sehr wenige zuverlässige Notizen zu Gebot. Es fällt deshalb ungemein schwer, zu entscheiden, ob der Lebenscyklus der einzelnen Spezies durch die Bedingungen des Hochgebirgs wesentlich beeinflusst wird. Nach Arbeiten zahlreicher Autoren, ergänzt durch eigene Beobachtungen, mag für pelagische Rotiferen etwa folgendes zusammengestellt werden.

Polyarthra platyptera Ehrbg.

Das Tier beteiligt sich Ende Juli und Anfangs August in hervorragendem Masse an der Zusammensetzung des Plankton hochgelegener Seen (Seen der Grauen Hörner, Hochgebirgsseen in Graubünden bis zu 2500 m, Seen des südlichen Gotthardmassivs). Den Lac de Chavonnes, 1696 m, erfüllt es massenhaft am 7. August; den Lac de Champex, 1460 m, belebt *Polyarthra* ebenfalls im August.

In den tieferliegenden Toggenburgerseen (1100—1300 m) trat *Polyarthra* schon am 9. Juli 1887 in ungeheurer Zahl auf; am 16. September fehlte sie dort fast vollkommen; der Spanneggsee, 1458 m, war von der Rotifere am 16. Juli 1886 erfüllt, während das Tier im Mai dort fehlte und am 27. September nur vereinzelt auftrat. Am letztgenannten Datum war der Organismus im oberen Arosasee, 1740 m, noch häufig. Die Beobachtungen über das Auftreten von *Polyarthra platyptera* im Hochgebirge decken sich mit den Angaben von Apstein und Zacharias über das Verhalten desselben Organismus in norddeutschen Seen. Dort lebt *Polyarthra* während des ganzen Jahrs; im Februar und März wird sie sehr selten; im April bis August erreicht

Digitized by Google

sie das Maximum der Vertretung. Heuscher meldet aus dem Sempachersee *P. platyptera* als ziemlich zahlreich am 2. September, als vereinzelt am 23. September und als fehlend am 3. Dezember.

Aus den oben angeführten Daten von alpinen Lokalitäten scheint sich zu ergeben, dass mit gesteigerter Höhenlage des Wohnorts und längerer Winterdauer die Zeit kräftigen Aufblühens von *P. platyptera* entsprechend nach dem Spätsommer und Frühherbst verlegt wird.

Synchaeta pectinata Ehrbg. fand sich im Thalalpsee, 1100 m, nur im Frühjahr, in hochgelegenen Wasserbecken des Engadins dagegen häufig Mitte August. Nach Apstein scheint *Synchaeta* in Norddeutschland zu perennieren und hauptsächlich im Frühjahr eine herrschende Stellung zu gewinnen. Auch für dieses Rädertierchen dürfte eine Verschiebung der Haupt-Entwicklungszeit unter hochalpinen Bedingungen gelten.

Triarthra longiseta Ehrbg.

Das Tier wurde Ende August in mehreren hochgelegenen Seen des Kantons Graubünden beobachtet. Apstein verfolgte die Rotifere in der Ebene fast das ganze Jahr; zahlreich wurde sie in der Regel in den Monaten Juni bis November.

Asplanchna priodonta Gosse.

Seen des Südabhangs des St. Gotthard bis zu mehr als 2500 m Höhe beherbergten das Tier Ende Juli. Im Lago Ritom trat es aber auch am 6. Oktober 1887 massenhaft auf. Ausserdem kennen wir *Asplanchna* aus dem Oberengadin von Ende August, aus dem Lac de Chavonnes vom 7. August 1896 und aus dem Seealpsee, 1142 m, in ungeheurer Individuenzahl vom 24. Juli 1885.

Auch für tieferliegende Wasserbecken lauten die Zeiten des Auftretens von *Asplanchna* sehr verschieden. Weber berichtet von Funden im Juli und August; Lauterborn fand die Rotatorie in den Altwässern des Rheins fast stets häufig, und Apstein fiel ihr unregelmässiges Erscheinen auf. Zacharias endlich verfolgte das Tier vom Juni bis November mit Maximalvertretung im Juli und August.

Conochilus unicornis Rouss.

Von dieser mit *C. volvox* Ehrbg. nahe verwandten und oft verwechselten Rotatorie liegen alpine Funde nur aus den letzten Tagen des Juli und aus dem Monat August vor. In ungeheurer Menge belebte sie am 26. August den Lej Cavloccio und ungefähr zu derselben Zeit, ebenso massenhaft, den Lac de Tanney. Der erstere liegt bei 1908, der letztere bei 1400 m.

Apstein glaubt, dass für *Conochilus volvox* festumschriebene Periodizitätsgesetze nicht existieren. Doch soll die Art Ende Frühjahr und Anfang Sommer die günstigsten Entwicklungsbedingungen finden. Zacharias wies ihre Gegenwart so ziemlich für das ganze Jahr nach; das Maximum erreichte sie Mitte Juni.

Anuraea cochlearis Gosse tritt im Juli und August in den Hochgebirgseen — Rhätikon, Graue Hörner, Lac de Chavonnes, Lac de Champex — auf.

Digitized by Google

Zacharias verzeichnet die Rotatorie in den Gewässern von Plön für das ganze Jahr, mit einem Vertretungsmaximum im Juli. Aehnlich spricht sich Apstein aus, und auch Heuschers Angaben über den Sempachersee lassen auf dasselbe Verhalten schliessen. Im Plattensee soll die Rotatorie, nach v. Daday vom Juli an die bis zu jener Zeit von *A. aculeata* geführte Herrschaft übernehmen. Auch Lauterborn fand *A. cochlearis* an den verschiedensten Lokalitäten während der ganzen Jahresdauer und verfolgte gleichzeitig ihre ebenso weitgehende als regelmässig eintretende Variation im Lauf der Jahreszeiten und in verschiedenen Wohngewässern.

Anuraea aculeata Ehrbg.

Im Plankton scheint *A. aculeata* erst im Herbst an Zahl bedeutend hervorzutreten. Sie fehlte im Mai und Juli im Spanneggsee, um Ende September in demselben Becken massenhaft aufzutreten. Im Ritomsee war sie Ende Juli selten, im höhergelegenen Becken von Cadagno fehlte sie zu derselben Zeit ganz, um am 6. Oktober häufig zu sein. Weitere Daten häufigen Auftretens von *A. aculeata* sind: Oberster Murgsee, 1825 m, 26. September, Lac de Chavonnes, 1696 m, 7. August, See am Weissenstein, 2030 m, 21. September. Aus dem Oberen Arosasee, 1740 m, verzeichne ich das Tier vom 9. November.

In den Seen der norddeutschen Ebene scheint *A. aculeata* eine Sommerform zu sein. Apstein vermisste sie im Plöner- und Dobersdorfersee vom November bis März und beobachtete ihr stärkstes Aufblühen in den Monaten Mai bis Juli. Damit decken sich ungefähr die Angaben von Zacharias. In den Hochgebirgsseen würde sich also die Blütezeit der Art beträchtlich gegen den Herbst verschieben. Doch mag erwähnt werden, dass Lauterborn die Rotatorie auch im Winter sehr häufig in verschiedenen Gewässern der Rheinebene antraf.

Notholca longispina Kellic.

Ueber dieses in den Hochalpen so ungemein verbreitete Rädertierchen liegen von zahlreichsten Fundstellen Beobachtungen vor, die seine Gegenwart von Mitte Juli bis Mitte Oktober in Seen von 1800 bis 2600 m Höhenlage ausser Zweifel stellen. Besonders zahlreich scheint das Tier im August und September zu sein. Für den Oberen Arosasee, 1740 m, ist *N. longispina* bis zum 30. November und vom 2. Juni an zu verzeichnen. Die Vermutung liegt nahe, dass die Rotifere den Alpenwinter aktiv unter dem Eis überdauere. Das würde den Beobachtungen Lauterborns entsprechen, nach welchen *N. longispina* in den von ihm untersuchten Gewässern im Winter an Häufigkeit zunimmt. Auch Hempel beobachtete während des Monats Dezember in Nordamerika eine Zunahme der Individuenzahl von *Notholca* und *Anuraea*. Heuscher sah im Sempachersee *N. longispina* noch im Dezember häufig. Dagegen wäre nach Apsteins Angaben, die sich auf den Plönersee beziehen, das Tier hauptsächlich vom Juli bis November, mit Blütezeit im Juli bis August, vertreten. Zacharias kommt zu ähnlichen Schlüssen.

Digitized by Google

Die vorliegenden Notizen führen zu keinem klaren Bild über die Periodizität und die cyklische Fortpflanzung der Rotatorien in hochalpinen Seen. Hier harrt eine breite Lücke ihrer Ausfüllung durch umfassendere Beobachtungen. Höchstens liegt in dem bereits Gewonnenen die schwache Andeutung, dass manche Rotatorien im Gebirge die Epoche ihrer höchsten Blüte weit gegen den Herbst verschieben.

(*Polyarthra platyptera*, *Synchaeta pectinata*, *Anuraea aculeata*).

Für derartige Studien bilden die durch Lauterborn und Wesenberg-Lund veröffentlichten Resultate über die cyklische Fortpflanzung der Rotatorien in verschiedenen Gewässern der Ebene eine sehr brauchbare Basis. Der erstgenannte Autor unterscheidet zwischen eurythermen, perennierenden Rädertierchen und stenothermen Sommerformen, die sich hauptsächlich in der warmen Jahreszeit entfalten, im Winterplankton aber ganz fehlen. In der ersten Gruppe begegnen wir einer sehr grossen Zahl von Rotatorien, die im Hochgebirge stark hervortreten. Hieher sind zu zählen: *Conochilus volvox*, *Asplanchna priodonta*, *A. brightwellii*, *Synchaeta pectinata*, *Polyarthra platyptera*, *Anuraea cochlearis*, *A. aculeata* mit ihren Varietäten, *Notholca longispina*, *N. striata* u. a. m. Die zweite Gruppe der Sommerformen schickt wenig oder keine Vertreter hinauf in die Hochalpen. Für die perennierenden Rotatorien gilt das Gesetz dicyklischer oder polycyklischer Entwicklung. Männchen und Dauereier treten zwei oder mehrere Male im Lauf eines Jahres auf. Dieselben Formen bewohnen in der Ebene gleichzeitig vorzugsweise kleinere Tümpel und Teiche. Sie nehmen lebhaften Anteil an der Zusammensetzung der Tierwelt hochgelegener Wasserbehälter. Ob der regelmässige Rhythmus der Periodizität für Ebene und Gebirge dieselbe Gültigkeit besitzt, kann wegen mangelnder Beobachtungen in Hochseen nicht entschieden werden. Uebrigens gehen in diesem Punkt die Angaben von Lauterborn und Wesenberg-Lund auch für die tief gelegenen Gewässer noch mehrfach weit auseinander. Auch über die Bildung lokaler und temporaler Varietäten von Rotatorien im Hochgebirge giebt uns der heutige Stand unserer Kenntnisse keinen Aufschluss.

Während der Drucklegung dieser Abhandlung veröffentlichten Amberg, G. Burckhardt und Fuhrmann ihre wichtigen Beobachtungen am Plankton des Katzensees, Vierwaldstättersees und Neuenburgersees. Einige ihrer Resultate über Rotatorien mögen hier noch eingeschoben werden; sie zeigen für die verschiedenen Wasserbecken der ebenen Schweiz nicht unerhebliche Abweichungen im Gang der Periodizität.

Polyarthra platyptera perenniert im Neuenburgersee, um im Juni das Maximum zu erreichen. Im Katzensee tritt die Maximalvertretung im September ein; im Vierwaldstättersee im Juli bis August. Dort verschwindet das Tier vielleicht ganz im Dezember bis Januar.

Synchaeta pectinata. Katzensee nur Dezember bis Mai. Neuenburgersee Maximum im August, fehlt November und Dezember.

Triarthra longiseta. Perenniert in Neuenburg, ist im Katzensee Herbst- und

Digitized by Google

Frühjahrsform. Im Vierwaldstättersee liegt das Maximum im Januar oder Februar, das Minimum im Oktober.

Asplanchna priodonta. Dauert im Vierwaldstättersee aus, fehlt dagegen in Neuenburg vom August bis Oktober und findet sich im Katzensee nur im Winter. Maximum in Neuenburg im Mai, im Vierwaldstättersee im Januar bis Februar; Minimum ebendaselbst September bis Oktober.

Conochilus unicornis. Perenniert in Neuenburg mit einem Oktobermaximum. Im Katzensee Frühjahrsform.

Anuraea cochlearis. Dauert in allen drei Seen aus. Maximum in Neuenburg Juli bis August, Katzensee Frühjahr, Vierwaldstättersee August bis September; Minimum im letztgenannten Becken Januar bis Mitte Juni.

Anuraea aculeata erscheint im Katzensee im Frühjahr, fehlt im Herbst.

Notholca longispina. Ueberall perennierend. In Neuenburg häufig Juni bis Juli. Maximum im Vierwaldstättersee Mitte August, Minimum März bis April.

Wie zahlreiche andere Tiere zeichnen sich auch manche Rotiferen der Hochalpenseen durch lebhaft rote, wahrscheinlich durch Carotine bedingte Färbung aus. Dies fiel Perty an *Rotifer vulgaris* und *Callidina elegans* des St. Gotthards, Imhof an *Pedalion* des Sees im Val Campo auf.

10. Chaetonotinae.

Trotzdem die Chaetonotinen bis heute wenig Beachtung fanden, darf ihre Gegenwart in hochgelegenen Gebirgsseen doch als sichergestellt gelten. Studer sammelte *Ichthydium larus* Müll. im Detritus des Lac de Champex, 1460 m, Perty an der Handeck. Dasselbe Tier gehört zu den gewöhnlichen Erscheinungen im Sand der Rhätikonseen von Partnun, Tilisuna und Garschina (1874—2189 m). Es steigt, nach v. Daday, in der Hohen Tátra bis zu 2006 m, Kohlbachersee, und bewohnt gleichzeitig den hohen Norden und 32.5° C. heisse Quellen Ungarns. *Ichthydium maximum* Ehrbg. verzeichnet Imhof aus dem St. Moritzer- und Silvaplanersee.

11. Oligochaetae.

Es fällt nicht leicht, sich ein Bild über Vertretung und Verbreitung der Oligochaeten in Hochgebirgsseen zu entwerfen, da die Borstenwürmer von der faunistischen Untersuchung in der Regel nicht, oder nur ungenügend berücksichtigt wurden. Immerhin genügen die vorhandenen Notizen, um auch die limicolen Oligochaeten als horizontal und vertikal weit verbreitete Gebirgsbewohner zu erkennen.

Die Gattung *Lumbriculus* meldet Asper aus der Tiefe der Gotthardseen, 2114 m, und der Becken des Oberengadins, Fuhrmann vom Piano dei porci, 2200 m. *Nais* fand

Digitized by Google

Heuschor auf den Wasserpflanzen des Wangsersees; Blanchard und Richard bemerkten ihre Vertreter in den französischen Alpen bis zu 2075 m Höhe; noch höher, bis zu 2500 m, beobachteten dieselben Zoologen orangegelbe Oligochaeten. Eine durch rote Oeltropfen gekennzeichnete *Aëlosoma*-Art meldet Studer aus dem Lac de Champex, 1460 m. Imhof erbeutete *Chaetogaster diaphanus* Gruith. im St. Moritzersee, 1771 m. Meine Rhätikonfänge enthielten folgende Oligochaeten:

1. *Lumbriculus variegatus* O. F. M.
   In allen Seen; Lünersee bis zur grössten Tiefe. Warme Tümpel ebenfalls. Bewohnt ausserdem Quellen und Bäche und den kalten Geröllsee im Gafienthal, 2313 m.
2. *Tubifex rivulorum* Lam.
   Alle Seen und Tümpel. Lünersee sublitoral bis zur grössten Tiefe.
3. *Embolocephalus velutinus* Gr.
   In den Seen litoral. Steigt auch in die Tiefen. Bevorzugt die kalten Becken.
4. *Phreoryctes gordioides* Hartm.
   Weit verbreitet, aber immer nur vereinzelt. Seen von Partnun, Tilisuna, Gafien. Im Lünersee bis 80 m Tiefe. Kalte Quellen am Cavelljoch, an der Sulzfluh, Weiher an den Kirchlispitzen.
5. *Bythonomus lemani* Gr.
   Nur in den grösseren Seen. Litoral.
6. *Nais elinguis* O. F. M.
   Pflanzenreicher Tümpel bei Partnun, 1930 m.
7. *Psammoryctes barbatus* Vejd.
   Garschinasee, 2189 m.

Das St. Bernhardgebiet lieferte in je drei Seen:

Tubifex rivulorum Lam. und
Lumbriculus variegatus O. F. M.

Die Verbreitung der beiden Formen muss dort eine bescheidene genannt werden, da 16 Seen untersucht wurden. Die erste Art erreicht eine Höhe von 2500 m, die zweite steigt bis zu 2610 m. Im Gotthardgebiet konstatierte Fuhrmann *T. rivulorum* bis zu 2375 m.

Einen höchst erfreulichen Fortschritt unserer Kenntnisse über die Verbreitung der Oligochaeten in der Schweiz bedeuten die Arbeiten Bretschers. Die neueste, eben erschienene Publikation dieses Autors enthält Mitteilungen über die Limicolenfauna der Hochalpen. Sie beweist, dass hoch gelegene Seen an Oligochaeten viel reicher sind, als bisher angenommen wurde.

Bretscher untersuchte gewissenhaft den Melchsee, 1880 m, und ein kleineres, in dessen Nähe gelegenes Wasserbecken, das Melchseeli, das sich an Oligochaeten besonders reich erwies. Ausgiebige Durchwärmung des Wassers und gute Entwicklung der Flora scheinen dem Gedeihen der Borstenwürmer Vorschub zu leisten. Mit dem Wechsel

Digitized by Google

der äusseren Bedingungen wechselt auch die Oligochaetenfauna von Ort zu Ort. So beherbergte der Geröllsee auf der Thalalp, 1100 m, keine Oligochaeten, während ein Sumpf der Mürtschenalp, 1650 m, an ihnen äusserst reich war.

Bretschers allgemeine Angaben kann ich nach eigener Erfahrung ohne weiteres bestätigen. Im Rhätikon lieferten die Charawiesen des Tilisunasees den Haupttummelplatz für Oligochaeten.

Als Bewohner der Hochalpen verzeichnet Bretscher:

1. *Lumbriculus variegatus* O. F. M.
   Mürtschenalp, Melchseeli, Tannenalp, 2000 m.
2. *L.* spec.
   Melchsee, Melchseeli, 1800 m.
3. *Tubifex rivulorum* Lam.
   Mürtschenalp, Melchsee, Melchseeli, 1800 m.
4. *Limnodrilus* spec.
   Melchseeli, 1800 m.
5. *Embolocephalus plicatus* Rand.
   Blausee, Melchsee, Melchseeli, 1800 m.
6. *Aulodrilus limnobius* Bretsch.
   Mürtschenalp, 1650 m.
7. *Nais elinguis* O. F. M.
   Tümpel ob Melchsee, 2000 m.
8. *Pachydrilus lobatus* Bretsch.
   Uferschlamm des Melchseeli, 1800 m.
9. *P. angustatus* Bretsch., ibidem.
10. *Fridericia alpina* Bretsch., ibidem.

Zum Vergleich mag dienen, dass Bretscher im unteren Teil des Zürichsees 30 Arten Oligochaeten feststellte.

Verbreitung und Vertretung der spezifisch sichergestellten Oligochaeten von Hochalpenseen drückt die folgende Tabelle aus:

Name	Höchster Fundort
1. Lumbriculus variegatus O. F. M. . .	Jardin du Valais 2610 m.
2. Tubifex rivulorum Lam.	Mittlerer See am Col de Fenêtre, 2500 m.
3. Embolocephalus plicatus Rand. . . .	Melchseeli, 1800 m.
4. E. velutinus Gr.	Tümpel am Grubenpass, 2200 m.
5. Phreoryctes gordioides Hartm. . . .	Gafiensee, 2313 m.
6. Bythonomus lemani Gr.	Lünersee, 1943 m.
7. Chaetogaster diaphanus Gruith . . .	St. Moritzersee, 1771 m.
8. Nais elinguis O. F. M.	Tümpel ob Melchsee, 2000 m.

Digitized by Google

Name	Höchster Fundort
9. Aulodrilus limnobius Br.	Mürtschenalp, 1650 m.
10. Pachydrilus lobatus Br.	Melchseeli, 1800 m.
11. P. angustatus Br.	Melchseeli, 1800 m.
12. Fridericia alpina Br.	Melchseeli, 1800 m.
13. Psammoryctes barbatus Vejd. . . .	Garschinasee, 2189 m.

Alle Notizen bestätigen auch für die Oligochaeten das Gesetz, welches für die übrigen Tiergruppen gelten wird, dass die in der Ebene am weitesten verbreiteten Geschöpfe im Gebirge die grösste horizontale und vertikale Verbreitung geniessen. Solche Ubiquisten sind *Lumbriculus variegatus, Psammoryctes barbatus, Tubifex rivulorum* und, in pflanzenreichen Gewässern, *Nais elinguis.*

Viel seltener dagegen ist *Phreoryctes gordioides* Hartm. Als dem Rhätikon nächstgelegene Fundorte des Wurmes nenne ich, nach Chaparède, die Rhone bei Genf, nach Bretscher, einen Wassergraben bei Zürich.

Bythonomus lemani Gr. bevorzugt, gemäss den Angaben von Forel und Duplessis, in den grossen subalpinen Seen die Tiefe, ohne indessen am Ufer ganz zu fehlen. Piguet fand ihn sogar ausschliesslich in bedeutenden Tiefen des Genfersees. Ein typischer Tiefseebewohner der Ebene ist *Embolocephalus velutinus* Gr. Sein Genusgenosse *E. plicatus* Rand. lebt in den Gewässern der Tiefe, wie der Oberfläche. *Chaetogaster diaphanus* Gruith scheint ein verbreiteter See- und Flussbewohner zu sein.

Zur Vergleichung mit der hochalpinen Oligochaetenfauna des Wassers mögen die Angaben v. Dadays und Wierzejskis über die Borstenwürmer der Hohen Tátra herangezogen werden. Sie lauten wie folgt:

1. Nais josinae Vejd. . . . . . . 1095 m
2. Tubifex spec. . . . . . . 1645—1966 m
3. Phreoryctes gordioides Hartm. . . 1652 m
4. Stylodrilus gabretae Vejd. . . . 1796 m
5. Nais barbata Dud. . . . . . . 2006 m

Im kaukasischen Goktschai fand Brandt Naidinen.

Auf hochalpinen Einfluss scheint die dunkle Färbung der meisten limicolen Oligochaeten zurückzuführen zu sein. *Tubifex* und *Lumbriculus* trugen im Rhätikon- und St. Bernhardgebiet ein dunkleres Colorit, als ihre Artgenossen der Ebene. Aehnliches berichtet R. Zoja über Borstenwürmer eines kleinen Sees am Monte Rosa.

Auf den Gletschern Alaskas fand Emery einen schwarzen Enchytraeiden. Auch die Rotfärbung des *Aëlosoma* vom Lac dem Champex ist vielleicht auf Rechnung alpiner Beeinflussung zu setzen. Unter allen Umständen kehrt lebhaft rote Farbe mit grosser Regelmässigkeit bei zahlreichen Bewohnern von Hochgebirgsgewässern — Hydren, Copepoden u. s. w. — wieder. Auch die von Blanchard und Richard bei 2500 m gesammelten Oligochaeten waren bunt, orangegelb gefärbt.

Digitized by Google

Biologisch interessant aber ist vor allem die Thatsache, dass der ganz gewöhnliche Tiefenbewohner der grossen subalpinen Wasserbecken, *Embolocephalus velutinus* Gr., in Hochgebirgsseen ebenso regelmässig litoral auftritt. Seine Wohnorte im Rhätikon wurden genannt. Forel und Duplessis kennen ihn nur aus der Tiefe, nicht vom Ufer der von ihnen untersuchten Seen der Ebene. Ganz ähnlich führen Bretscher und Randolph Harriet *Embolocephalus* als häufigen Tiefenbewohner des Zürichsees an, während er auch dort das Ufer meidet. Dies bestätigte jüngst für den Genfersee Piguet. Der Wurm fehlt dort am Ufer ganz; er ist selten bei 25 m Tiefe, wird dagegen sehr häufig bei Tiefen von 90—120 m.

In Partnun, Tilisuna, Garschina dagegen kann der Wurm unter den Steinen und im Sand des Litorals aufgelesen werden. Aehnlich, wenn auch nicht ganz so auffallend, verhält es sich mit *Bythonomus lemani*. Er belebt in zahlreichen Individuen die Tiefen der subalpinen Seen und erscheint nur selten an ihrem Ufer, während er im Rhätikon besonders der litoralen Zone angehört.

Der weitere Verlauf der Darstellung wird zeigen, dass auch andere Tiefenbewohner der Ebene — Pisidien, Hydrachniden — in den Hochalpen litoral vorkommen, so dass das Auftreten von Tiefseeoligochaeten am Ufer von Gebirgsseen nur einen Teil einer grösseren biologischen Erscheinung darstellt. Für dieses Verhalten soll eine allgemeine Erklärung gesucht werden, sobald die einzelnen Fälle desselben aufgezählt sein werden.

12. Hirudinei.

Folgende Notizen über das Vorkommen von Blutegeln in hochgelegenen Seen der Alpen stehen mir zu Gebote.

Name	Fundorte
1. Glossiphonia stagnalis L.	Lac de Champex, 1460 m.
= G. bioculata Sav.	Lac du Grand Charvia, 2500 m.
	Sümpfe von Piano dei porci (Gotthard), 2200 m.
	Garschinasee, 2189 m.
	Tümpel bei Partnun, 1930 m.
	Schottensee, 2342 m.
	Schwarzsee, 2381 m.
2. Glossiphonia sexoculata Bergm.	Garschinasee, 2189 m.
3. Nephelis spec.	Silsersee, 1796 m.
	Silvaplanersee, 1794 m.
	God Surlej, 1890 m.

Ueber das Vorkommen von Egeln in anderen Hochgebirgen fliessen die Nachrichten spärlich. Wierzejski erbeutete im Tátragebiet *Nephelis vulgaris* Moq. Tand. noch bei 1131 m, *Clespine complanata* Sav. führt er ohne Höhenangabe des Fundorts an. In den

Digitized by Google

Koppenteichen des Riesengebirgs fand Zacharias keine Hirudineen. Der armenische Goktschai (Kaukasus) beherbergt, nach A. Brandt, *Aulastoma*, *Nephelis* und *Clepsine*. Besonders erwähnt wird die hübsche *C. leuckarti* Fil. Diesem Verzeichnis fügt Blanchard nach Exemplaren aus dem Turiner Museum *Haemopis sanguisuga* Bergm. und *Glossiphonia tessellata* O. F. M. bei.

Auch von hochgelegenen Seen der Rocky Mountains erfahren wir durch Forbes, dass sie, neben *Nephelis* und *Aulastoma*, mehrere Vertreter der Gattung *Glossiphonia* beherbergen.

Für die Hochalpenseen ergibt sich im allgemeinen Armut an Hirudineen. Nur *G. stagnalis* tritt häufiger auf; doch liegen auch die alpinen Fundorte dieser Art weit zerstreut auseinander. Im Rhätikon bewohnt das Tier nur ein warmes Tümpel und, in grösster Häufigkeit, den seichten, sich leicht erwärmenden Garschinasee. An ähnlicher Stelle kehrt *G. stagnalis* am St. Gotthard wieder. Doch meidet sie in anderen Gebieten auch tiefere und kältere Seen nicht (Graue Hörner, französische Alpen). Die Species gehört zu den weitverbreiteten Formen; sie bevölkert ganz Europa und reicht im Norden mindestens bis zu 69—70° n. Br. Barrois kennt sie auch aus Syrien.

Eine alpine Kolonie besitzt die verwandte Art *Glossiphonia sexoculata* Bergm. im Garschinasee. Sie lebt sehr zahlreich in Gesellschaft von *G. stagnalis* unter den Steinen nahe dem Seeausfluss. Auch diese Art verbreitet sich über ganz Europa; sie geht durch ganz Russland bis nach Ostsibirien und erreicht, nach Blanchards Bestimmung, in Norwegen Tromsö.

Für die Hirudineen, und speziell für die Glossiphonien, darf passiver Transport von Ort zu Ort durch ziehende Wasservögel als bewiesen gelten. Blanchard, J. de Guerne, Collin und Weltner besprechen die Verbreitung der in sehr weitem Bezirk sporadisch auftretenden *G. tessellata* O. F. M. und erklären das eigentümliche Auftreten des Egels an weit auseinanderliegenden Lokalitäten durch die Zufälligkeiten passiven Transports. *G. tessellata* wurde in der That im Schnabel, in der Rachenhöhle und am Gefieder von Schwimmvögeln (*Mareca penelope* L., *Querquedula crecca* L., *Cygnus atratus* Lath., *Haliaetus albicilla* L.) aufgelesen. *Glossiphonia sexoculata* fand Garbini ebenfalls im Gefieder von Wasservögeln.

Das weit zerstreute Vorkommen von *G. stagnalis* und *G. sexoculata* in Hochgebirgsseen findet seine natürlichste Erklärung durch den zufälligen Import durch Vogelflug. In Garschina und Partnun sah ich wiederholt ziehende Wildenten rasten, so dass sich der passiven Einfuhr resistenter, niederer Tiere ein Weg öffnet. An günstigen Lokalitäten, wo die nötige Nahrung an Mollusken und Würmern zur Verfügung steht, werden importierte Glossiphonien sich vermehren, wie in Garschina und im Tümpel von Partnun, während der benachbarte Partnunersee den Egeln nicht günstige Existenzbedingungen bietet.

Digitized by Google

Zu längerem Transport ausserhalb des Wassers eignen sich die Hirudineen vorzüglich. Sie halten, nach Moquin-Tandon, längere Zeit im Trocknen aus. *Glossiphonia tessellata* trotzt, nach de Guerne, extremen Temperaturen. Bunges Experimente endlich erbringen den Beweis, dass *G. stagnalis* sechs Tage bei völligem Sauerstoffentzug leben kann. Diese Resistenzkraft gegen äussere Bedingungen wird zufällig eingeschleppten Egeln die Einbürgerung im Hochalpensee ermöglichen.

Die Fortpflanzungszeit von *Glossiphonia stagnalis* und *G. sexoculata* fällt im Rhätikon nach mehrjährigen Beobachtungen in die letzten Tage des Monats Juli und auf den Anfang August. Vom 25. Juli bis zum 6. August fand ich in der Regel in Partnun und Garschina zahlreiche Individuen beider *Glossiphonia*-Arten, welche die Eier oder die ganz junge Brut überdeckten.

Das bedeutet gegenüber den Verhältnissen des Flachlandes eine wesentliche Verspätung der Eiablage.

Bei Basel laichen die beiden uns beschäftigenden Arten schon in der zweiten Hälfte des April. Auch Moquin-Tandon berichtet, dass ihre Laichzeit in die Monate April und Mai falle. Die Glossiphonien schliessen sich also zahlreichen anderen hochalpinen Wasserbewohnern in Bezug auf ausgiebige Verlegung der Reproduktionsperiode an.

13. Bryozoa.

Von Bryozoen kommen drei Arten als Bewohner von Hochgebirgsseen in Betracht.

Fredericella sultana Gerv.
Plumatella repens Linné.
Cristatella mucedo Cuv.

Unter ihnen geniesst wieder die erstgenannte Form die weiteste Verbreitung in den Alpen. Asper, Heuscher und Imhof führen an verschiedenen Stellen als ihre höchst gelegenen Fundorte an: den obersten Murgsee, 1825 m, und die grossen Engadiner Wasserbecken, in denen *Fredericella* in ganzen Rasen von 8—10 cm Höhe besonders üppig gedeiht und auch unter der winterlichen Eisdecke massenhaft ausharrt. Im Lej Cavloccio, 1908 m, fehlt die Bryozoe ebenfalls nicht.

Es ist übrigens bezeichnend, dass auch dieser Gast von hoch gelegenen Wasserbecken sich im Flachland horizontal und vertikal über eine ungemein weite Aera verbreitet und litoral, wie in der Tiefe, gemein ist.

Forel und Duplessis zählen *Fredericella* zu den gewöhnlichsten Bewohnern der grossen Tiefen subalpiner Seen, Wesenberg-Lund kennt sie aus Dänemark, Vángel aus Ungarn und besonders aus dem Plattensee, Ward aus dem Lake Michigan, Barrois aus Syrien und Stenroos aus dem finnischen Nurmijärvi. Auch in Australien kommt die Gattung vor.

Digitized by Google

Noch weit mehr Kosmopolit als *Fredericella* ist die Gattung *Plumatella*. Ueber ihr ungemein weit verbreitetes Vorkommen stelle ich nach Meissner, Garbini, Richard, Barrois, Stenroos, Scott and Duthie, Wesenberg und anderen folgende Fundortsangaben zusammen: Syrien, die Canaren und Azoren, drei grosse Seen Deutschostafrikas, den Nil, zwei westafrikanische Ströme, Shanghai, Tonkin und in Europa Janina, Schottland, die Shetlandsinseln, Dänemark, den Nurmijärvisee, den Gardasee. *Plumatella* fehlt auch nicht in Australien. Ihre weitverbreitetste Art, die gemeinste Bryozoenform des süssen Wassers, *Pl. repens* L., wagt sich auch da und dort ins Hochgebirge. So meldet sie Richard aus zwei hoch gelegenen Seen des Kaukasus. Fänge aus dem oberen Arosasee lieferten mir das Tier oder seine Statoblasten vom November bis zum Juli. Während der übrigen Monate wurde das 1740 m hoch gelegene Wasserbecken nicht untersucht.

Als höchst gelegenen Fundort der Bryozoe kann ich den Rhätikonsee von Tilisuna, 2102 m, nennen. Dort überziehen die flechtenartigen, weitverzweigten Kolonien des Tieres in reicher Entwicklung die Ufersteine. Vereinzelt tritt *Plumatella repens* mit anderen sessilen, oder wenig beweglichen Uferbewohnern auch in der sublitoralen, den Wasserschwankungen entrückten Zone des Lünersees auf, 1943 m.

Cristatella mucedo endlich traf Fuhrmann am Südhang der Gotthardgruppe im Lago Ritom, Cadagno und Taneda. Letzterer liegt in einer Höhe von 2293 m. Aspers Bryozoenkolonien aus dem Ritom dürften wohl derselben Art angehören.

Als weitern alpinen Fundort füge ich den Aroser Obersee bei, 1740 m.

Cristatella mucedo ist ebenfalls Kosmopolit. Wir kennen sie u. a. aus dem Lake Michigan, von den Shetlandsinseln, aus Schottland, aus Dänemark (Wesenberg-Lund), Preussen (Braem), Würtemberg (Lampert), Ungarn (Vángel) und aus dem Lac de Joux, einem an Moostierchen reichen Hochsee des schweizerischen Juras. Endlich fand Barrois das Tier im See Tiberias. In die stehenden Gewässer der Hochalpen steigen somit drei kosmopolitische Bryozoen, ohne dass indessen ihre alpine Horizontal- und Vertikalverbreitung eine beträchtliche würde. Die diesbezüglichen Verhältnisse gestalten sich wie folgt.

Name	Zahl d. Fundorte	Höchster Fundort
Fredericella sultana Gerv.	5	Lej Cavloccio, 1908 m.
Plumatella repens L. . .	3	Tilisunasee, 2102 m.
Cristatella mucedo Cuv. .	4	Lago Taneda, 2293 m.

So streift in den Alpen *C. mucedo* gerade noch die subnivale Grenze. In Galizien sah Wajgiel zwei Bryozoen-Arten über 1100 m steigen.

Ueber den Lebenscyklus von *Plumatella repens* in den Rhätikonseen stehen mir folgende Notizen zur Verfügung.

Digitized by Google

a. Tilisunasee, 2102 m.

Datum	W'temp. °C.	Zustand der Bryozoe
20. August 1889	11,25	Starke, flechtenartig weit verzweigte Kolonien bedecken die Steine. Statoblastenbildung in vollstem Gang. Nicht nur in den Stöckchen, auch im Seeschlamm zahlreiche Statoblasten.
24. Juli bis 1. Aug. 1890	10—14	Sehr häufig, doch Kolonien nur in den allerjüngsten Stadien. Am 1. August Kolonien schon etwas umfangreicher.
2.—10. August 1891	9,5—14	Am 2. August ganz junge Kolonien. 10. August frisch gebildete Statoblasten.
4. Oktober 1891	9	Abgestorbene Kolonien, sehr viel Statoblasten.
6. August 1892	10	Kräftige Kolonien, in lebhafter Statoblastenbldg.
29. August 1893	12	Massenhaft in allen Stadien. Viel Statoblasten.

b. Lünersee, 1943 m.

Datum	W'temp. °C.	Zustand der Bryozoe
6.—10. August 1890	10—12	Einzelne grössere Kolonien.
20.—27. Juli 1891	8,5—11,3	Nur einige alte, abgestorbene Kolonien.
5.—6. Oktober 1891	8,5—9	Keine Kolonien.
23.—28. Juli 1892	6,5—7,5	Ganz junge Kolonien.

Der obere Arosasee, 1740 m, lieferte Statoblasten von *Plumatella repens* vom November bis Ende Juli. Der Entwicklungsgang von *Plumatella* im Hochsee von Tilisuna scheint von Jahr zu Jahr nach Gunst oder Ungunst der meteorologischen Verhältnisse etwelche Schwankungen zu erleiden. Doch tritt lebhaftere Kolonienbildung erst Ende Juli und in der ersten Hälfte August ein. Bald setzt die Ausbildung von Statoblasten in den jungen Kolonien lebhaft ein. Sie erreicht ihr Maximum Ende August; gleichzeitig sind auch die Kolonien zu üppigster Entfaltung gediehen. Dieser Zustand dürfte sich noch in den September erstrecken. Anfangs Oktober aber waren die Kolonien zerfallen; in ihren Trümmern hafteten zahlreichste Statoblasten.

Aus den wenigen am Lünersee gesammelten Notizen sprechen ähnliche Verhältnisse. Der Lebenscyklus der Bryozoen spielt sich im Hochgebirge offenbar in einer kurzen Spanne Zeit ab. Spät keimen die Statoblasten; die Kolonie erreicht rasch ihre höchste Entfaltung und bildet früh wieder die zu langem, latentem Leben verurteilten Dauerkeime. Für *Plumatella repens* mag die Dauer aktiven Wachstums im Alpensee 8—10 Wochen betragen.

Ueber das Verhalten von *P. repens* und *P. fungosa* in der Ebene giebt Braem

Digitized by Google

an, dass diese beiden Formen am frühesten, schon im Juni, zu ihrer eigentlichen Blüte gelangen. Ende Juli nimmt ihr Gedeihen ab; doch halten sie sich nun gleichmässig bis im Herbst, um zuweilen im Spätsommer noch einmal kräftiger aufzublühen. Damit deckt sich die Beobachtung Wesenberg-Lunds, der in Dänemark *P. repens* schon im Mai keimen sah.

So dürfte die Dauer aktiven Lebens unserer Bryozoe in der Ebene auf mindestens 20—22 Wochen angeschlagen werden. Die hochalpinen Bedingungen verkürzen die Dauer der Kolonienbildung von *P. repens* und verschieben gleichzeitig die Periode üppigsten Gedeihens vom Anfang auf den Schluss des Sommers. Aehnliches will Wesenberg über den Einfluss nordischer, meteorologischer Verhältnisse auf den Lebenscyklus von Süsswasserbryozoen beobachtet haben. Arten, die in Deutschland nach Kraepelin während der Monate Juni und Juli in höchster Blüte stehen, erreichen in Dänemark ihre vollste Entwicklung erst im August und September.

Auffallend bleibt die Angabe Imhofs, dass *Fredericella sultana* unter dem winterlichen Eis des Klönthaler- und Seelisbergersees, sowie der Oberengadinerseen reichlich weiterwuchere, während dieselbe Spezies in Dänemark und Deutschland nach Wesenberg-Lund und Braem im Mai keimt, im Juli und August prächtige Guirlanden bildet und im Oktober endlich zerfällt. Die Imhof'sche Beobachtung würde sich eher mit Wesenbergs Notiz über *Plumatella fungosa* Pallas decken, die unter winterlichen Bedingungen in ganzen Kolonien ausdauern soll. Uebrigens bemerkt auch Lampert, dass Bryozoen in tiefen Gewässern, wie dem Bodensee, den Winter überdauern können. Auch über den Cyklus von *Cristatella mucedo* unterrichten uns Wesenberg und Braem übereinstimmend. Im Juni und Juli erst keimen die Statoblasten; August und September lassen die Kolonien in reichstem Masse entfalten; der Oktober bringt allmählichen Zerfall. Die späte Keimung bestimmt *Cristatella* ohne weiteres zur hochalpinen Form und erlaubt ihr, den Verwandten vorauseilend, sehr hochgelegene und spät sich öffnende Wasserbecken zu bevölkern. Im Arosasee waren ihre Statoblasten vom November bis Ende Juni häufig.

Fuhrmann fand die Kolonien der Bryozoe in drei Seen der Gotthardgruppe (1829—2293 m) Ende August bei Wassertemperaturen von 14—16° C.

Unter allen Umständen dürfte kaum eine Tiergruppe geeigneter sein, Hochgebirgsseen von mittlerer Höhenlage und einigermassen ausgiebiger Sommerwärme zu bewohnen, als gerade die Bryozoen. An solchen Lokalitäten bieten sich für das Gedeihen von Moostierchen geradezu ideale Bedingungen. Die Statoblasten leisten, nach zahlreichen Beobachtungen von Nordmann, Kräpelin, G. O. Sars, Braem, Wesenberg-Lund u. a., gegen Eintrocknung und Einfrieren erfolgreichsten Widerstand. Die Dauer ihres latenten Lebens kann sich über Jahre erstrecken. Der Alpensee aber fördert die Keimfähigkeit der Statoblasten in jeder Richtung. Braems schöne Untersuchungen führen zum Schluss, dass die Dauerkeime einfrieren müssen, um ihrer wei-

Digitized by Google

teren Entwicklung entgegenzugehen. Anhaltender Frost oder völliger Luftabschluss erst macht die Statoblasten keimungsfähig. Dazu muss eine längere Zeit völliger Ruhe kommen. Nirgends werden diese zur Reifung der Statoblasten nötigen Erfordernisse sich günstiger gestalten, als gerade im Alpensee.

Wesenberg allerdings betrachtet das Einfrieren nicht als absolut notwendige Vorbedingung zur Weiterentwicklung der Dauerkeime.

Der keimungsfähig gewordene Statoblast kann jahrelang ausharren, bis endlich günstige Temperaturbedingungen die Entstehung der Kolonie hervorrufen.

Auch über diesen Punkt verdanken wir wieder Braem Aufschluss. Wenn die Wasserwärme über 9—10° C. steigt, lösen sich die schlummernden Kräfte, und die Keimung des Statoblasten beginnt. Bei 32—35° C. liegt die Grenze, welche eine weitere Entwicklung der Dauerkeime abschneidet. Je mehr die Temperatur diesem Maximum sich nähert, desto raschere Fortschritte macht die Keimung. 9° und 30° bezeichnen somit etwa den thermischen Spielraum, in welchem Bryozoenkolonien aus Statoblasten entstehen können. Es ist uns nun wohlbekannt, dass in vielen Alpenseen die Sommertemperatur während längerer Zeit 9° C. mehr oder weniger beträchtlich übersteigt. So finden die Bryozoenstöcke nicht nur Zeit sich zu entfalten, sondern auch Gelegenheit Statoblasten zu erzeugen, die nach der Winterruhe wieder keimen werden.

Braem stellte seine Beobachtungen vorzüglich an *Cristatella* an; doch gelten dieselben Verhältnisse auch für *Plumatella*, wenn auch die letztgenannte Gattung für ihre Statoblasten der Winterruhe nicht so absolut bedarf wie die erstgenannte.

Wesenberg-Lund beobachtete ebenfalls, dass die Keimung von *Cristatella mucedo* innerhalb der Temperaturgrenzen von 9—30° C. eintritt.

Die in der vorausgehenden Tabelle zusammengestellten Notizen über die Entwicklung von *Plumatella repens* in den Rhätikonseen zeigen, dass auch dort die Statoblasten erst keimen, nachdem die Eisdecke sich seit Wochen gelöst hat und die Wassermasse sich über die Temperatur von 9° C. hebt. Da dieses Ereignis im Hochalpensee spät eintritt, wird auch die Blüteperiode von *P. repens* verschoben und die ganze aktive Wachstumszeit der Bryozoe verkürzt.

Ob im Hochgebirge die geschlechtliche Fortpflanzung der Bryozoen ganz oder teilweise aufgehoben sei, und die Vermehrung einzig durch Statoblastenbildung vor sich gehe, konnte ich mit genügender Sicherheit nicht feststellen. Immerhin gelang es mir niemals, in Tilisuna oder am Lünersee Geschlechtsprodukte in den *Plumatella*-Stöcken zu entdecken. Die alpinen Bryozoen bilden vielleicht eine interessante Parallele zu den nordischen, bei welchen die ungeschlechtliche Fortpflanzung, nach Kräpelin, Wesenberg und anderen Beobachtern, die geschlechtliche Vermehrung allmählich verdrängt und endlich ganz ersetzt. Schon in Dänemark sehen sich *Fredericella, Lophopus* und *Plumatella fruticosa* ausschliesslich auf Statoblastenerzeugung angewiesen.

Digitized by Google

14. Ostracoda.

Widerstandsfähigkeit gegen ungünstige und extreme äussere Bedingungen befähigt auch die Ostracoden im Gebirge hoch gelegene Wohnorte zu erreichen. Brandt fand Vertreter unserer Gruppe in den Alpenseen des Kaukasus, dem Tschaldyr-göl und Goktschai; Imhof verzeichnet Cypriden an der Bernina noch im Lej Sgrischus, 2640 m, Asper und Heuscher im unteren Murgsee, 1673 m, während Fuhrmann unbestimmte Arten der Genera *Cypris* und *Cypridopsis* am Südhang des St. Gotthards bis zu 2456 und 2023 m fischte. Kaufmann betonte jüngst, dass die Cypriden in der Schweiz an mehreren Orten die Höhe von 2000 m übersteigen.

Ueber horizontale und vertikale Verbreitung der mit genügender Sicherheit bestimmten Ostracoden in den Hochalpen mag die folgende Tabelle aufklären.

Vorkommen von Ostracoden in Alpenseen von über 1500 m Höhenlage.

Name	Zahl d. Fundorte	Höchster Fundort	m
1. *Candona candida* O. F. M.	11	Unterer See von Grand Lay	2560
2. *Cypria ophthalmica* Jurine	10	See auf St. Bernhard	2445
3. *Cypria exsculpta* Fisch.	1	Tümpel am Grubenpass	2200
4. *Cyclocypris laevis* O. F. M.	6	See auf St. Bernhard	2445
5. *Cypridopsis vidua* O. F. M.	3	Lünersee	1943
6. *C. villosa* Jurine	1	Mieschbrunnen	1810
7. *C. smaragdina* Vávra	2	Unterer See am Col de Fenêtre	2420
8. *Paracypridopsis zschokkei* Kaufm.	4	Bäche am Plasseckenpass	2345
9. *Cypris fuscata* Jurine	4	Garschinasee	2189
10. *C. incongruens* Ramdohr	1	Tümpel am Lac du Lautaret	2075
11. *C. virens* Jurine	1	Simplon	ca. 2000
12. *Cytheridea lacustris* G. O. Sars	1	St. Moritzersee	1771

Die Tabelle bestätigt für die Ostracoden das allgemeine Gesetz, dass die im Gebirge am weitesten verbreiteten Formen gleichzeitig am höchsten emporsteigen. Dieselben Arten werden wir bald als Ubiquisten erkennen.

In den Alpen geniesst besonders weite Verbreitung *Candona candida*, nach Hartwig und Kaufmann übrigens ein Kollektivbegriff, der mehrere Arten umschliesst. Nur *C. candida* Vávra wäre genügend charakterisiert. Wir kennen das Tier vom St. Gotthard, von der Bernina, vom Stilfserjoch, aus den grösseren Bergseen des St. Bernhardgebiets und aus den Seen, Brunnen und Bächen des Rhätikon.

Noch häufiger tritt im letztgenannten Gebirgszug *Cypria ophthalmica* als Bestandteil der alpinen Fauna auf. Sie fehlt in keinem der sehr verschiedene Bedingungen bie-

Digitized by Google

tenden Gewässer des Rhätikon. Im Lünersee fieng ich das Tier in ganz jungen und in alten Exemplaren unter dem winterlichen Eis. Dort steigt *C. ophthalmica*, begleitet von *Candona candida* und *Cyclocypris laevis*, bis zu 100 m Tiefe hinab.

Quellen, Brunnen und nicht allzusehr bewegte Bäche bevorzugen im Rhätikongebiet *Cyclocypris laevis*, *Cypridopsis vidua* und *C. villosa*, während *Cypris fuscata* mehr die Seen bewohnt und *Cypria exsculpta* nur im warmen Tümpel am Grubenpass zu Hause war.

An ähnlicher Lokalität fanden Blanchard und Richard *Cypris incongruens* im Alpengebiet von Briançon.

Cypridopsis smaragdina kennen wir aus einem grösseren See der St. Bernhardgruppe und, nach Lorenzi, aus den Bergsseen Friauls.

Ein reiner Bachbewohner ist die neue Form *Paracypridopsis zschokkei*. Sie lebt im Mieschbrunnen, sowie in den Sturzbächen der Sulzfluh, des Partnunsees und des Plasseckenpass. Als Mitglied der typischen Fauna der Gebirgsbäche dokumentiert sich das Tier durch den gänzlichen Mangel der Schwimmborsten an der zweiten Antenne, ein Merkmal, dessen systematischer Wert genügt, um *P. zschokkei* von den verwandten Formen *Cypridopsis villosa* Jurine und *C. newtoni* Brady and Robertson abzutrennen. Herr A. Kaufmann, der den Krebs in verdankenswerter Weise untersuchte, hält die Schaffung einer neuen Gattung für durchaus gerechtfertigt. Die Schalenform von *P. zschokkei* nähert sich derjenigen von *C. newtoni*, die Gliedmassen dagegen bringen das Tier *C. villosa* sehr nahe.

Wie viele andere typische Bachbewohner hat auch *P. zschokkei* die Schwimmfähigkeit ganz eingebüsst.

Besonders günstige Verhältnisse für Ostracoden bietet der kalte Mieschbrunnen bei Partnun. Von acht im Rhätikon lebenden Arten beherbergt diese an Wassermoosen reiche Quelle fünf.

In den Karpathen gestaltet sich das Bild der Ostracodenvertretung ähnlich, wie im Alpengebiet. Als der Gebirgsfauna angehörend citiert Wierzejski *Candona pubescens* Koch, *C. candida* O. F. M., und *Cypria ophthalmica* Jurine.

Nach Wierzejski und v. Daday stelle ich folgende Daten über das Vorkommen von Ostracoden in Seen der Hohen Tátra von mehr als 1500 m Höhenlage zusammen:

Name	Höchster Fundort
1. Candona pubescens Koch . .	1507 m
2. Cypria ophthalmica Jurine . .	1605 m
3. Cypridopsis vidua O. F. M. .	1795 m
4. C. spec.	1652 m
5. Cypris incongruens Ramd. . .	1534 m
6. C. spec.	1605 m

Die faunistische Uebereinstimmung mit den Alpen springt in die Augen.

Digitized by Google

Von den Hochgebirgsbewohnern unter den Ostracoden sind die grosse Mehrzahl weit verbreitete Kosmopoliten, deren Import, nach zuverlässigen Beobachtungen, leicht durch Schwimmvögel oder Wasserinsekten vermittelt werden kann. Darüber mag die folgende Zusammenstellung einiger Fundorte aufklären.

Cypria ophthalmica Jurine.

Ganz Europa, in Süss- und Brakwasser gemein. Auch subterran. Südamerika. Nordamerika. Zanzibar. Celebes. Lebt auch unter der Eisdecke. Janaland (Nordsibirien).

Cyclocypris laevis O. F. M

In ganz Europa, Sommer und Winter. Bewohnt reinstes Quellwasser ebenso gut wie Teiche, trübe Lachen, Torfmoore und sogar Schwefelwasser. Azoren. Auch hinter dem Namen *Cyclocypris laevis* verstecken sich übrigens, nach Hartwig, eine ganze Reihe verschiedener Formen.

Cypridopsis vidua O. F. M.

Ganz Europa, auch in brakischem und halbbrakischem Wasser. In Nordamerika die verschiedensten Gewässer zu allen Jahreszeiten bewohnend. Chile, Uruguay, Argentinien, Madeira, Azoren.

Cypridopsis villosa Jurine.

Europa, Salzseen Algiers, Syrien, Azoren, Südpatagonien.

Cypris fuscata Jurine.

Europa, Nordamerika, Mexiko.

C. incongruens Ramdohr.

Ganz Europa. Salzseen Algiers, Azoren, Nordamerika, Südamerika.

C. virens Jurine.

Europa, Algier, Azoren, Celebes.

Neben diesen Kosmopoliten steigen in die Alpen und Karpathen aber auch mehr nordische Ostracoden empor. Hieher dürften vielleicht mit einiger Sicherheit zu rechnen sein:

Candona candida O. F. M.

Ganz Europa, auch im Brakwasser und unterirdisch. Shetlandsinseln, Spitzbergen. Neusibirische Inseln.

C. pubescens Koch.

England, Schweden, Norwegen, Russland, Böhmen, Deutschland, Nord- und West-Frankreich.

Cypria exsculpta Fisch.

Nordeuropa, Nordamerika.

Cypridopsis smaragdina Vávra.

Böhmen, Nordamerika.

Cytheridea lacustris G. O. Sars.

Zahlreiche Seen der ebenen und gebirgigen Schweiz. Salzburg. Norwegen, Schweden, Schottland, England, Irland.

Digitized by Google

Vielleicht dürfte auch die neue Form *Paracypridopsis zschokkei* nordischen Charakter tragen. Dafür spricht ihr Aufenthalt in Gebirgsbächen, dem Zufluchtsort zahlreicher glacialer Relikte, und ihre nahe Verwandtschaft mit der nur aus England, Schottland und Böhmen bekannten *Cypridopsis newtoni* Brady and Robertson.

Von hochnordischen Ostracoden, die in den Alpen bis heute nicht gefunden worden sind, nenne ich, nach de Guerne, Richard und Scott, *Cypris pubera* O. F. M. aus Island, *Cyclocypris globosa* G. O. Sars, mit drei neuen Vertretern von *Candona* und *Herpetocypris*, aus Franzjosefsland, und *Herpetocypris glacialis* G. O. Sars, von den Barentsinseln, der Bäreninsel und aus Spitzbergen.

Kosmopoliten und nordisch-glaciale Elemente setzen somit die Ostracodenfauna der Hochalpen zusammen.

Biologisches Interesse beansprucht die Thatsache, dass Frühlings-Ostracoden der Ebene im Gebirge Hochsommerformen werden. So fand Kaufmann *Cypria exsculpta* bei Bern immer nur unmittelbar nach der Schneeschmelze; in den Sommermonaten verschwand das Tier. Dieselbe Ostracode aber bevölkerte einen Tümpel am Grubenpass im Monat August.

Nach Sharpe soll in den nordamerikanischen Gewässern auch die Gattung *Candona* während des Sommers fehlen. Dies trifft für Gebirgsseen nicht zu. *C. candida* z. B. belebt Alpenseen im Juli, August und September recht zahlreich.

Das Gesetz von der Verschiebung der aktiven Lebensperiode unter dem Drucke hochalpiner Bedingungen behält somit auch für die Ostracoden seine Gültigkeit. Frühjahrsformen der Ebene werden in den Alpen Sommerformen. Als „Frühjahrsformen" bezeichnet Hartwig diejenigen Ostracoden, welche während der eigentlichen Frühlingslingsmonate in überwiegender Anzahl die Geschlechtsreife erlangen, ausser dieser Zeit aber fehlen oder nur vereinzelt geschlechtsreif vorkommen. Das Optimum ihrer Speciesentwicklung liegt somit im Frühjahr.

15. Centropagidae.

Die Centropagiden, und unter ihnen ganz besonders die Gattung *Diaptomus*, scheinen in hohem Grad geeignet, von Gebirgsgewässern Besitz zu ergreifen. Die Vertreter des genannten Genus zeichnen sich durch Resistenzkraft gegenüber heterogenen äusseren Einflüssen aus. Diese Eigenschaft, in Verbindung mit dem offenbar hohen Alter der Gattung, hat den Diaptomiden eine kosmopolitische Verbreitung gesichert.

Ueber die Widerstandsfähigkeit, den eurythermen und euryhalinen Charakter von *Diaptomus* stellen de Guerne und Richard in einer Reihe von Publikationen zahlreiche Thatsachen zusammen.

Diaptomiden leben ebenso gut im höchsten Norden, wie in den warmen Seen und Tümpeln der Tropen, unter dem winterlichen Eis und im Hochgebirgssee, wie in der

Digitized by Google

eintrocknenden Wasserlache. Schacht fand Vertreter der uns beschäftigenden Gattung an den verschiedensten Lokalitäten Nordamerikas: in temporären Tümpeln, in den grössten Seen, in warmen Schlammsümpfen und in den kalten Bergseen der Rocky Mountains.

Gegen den verschiedenen Grad des Salzgehalts ist die Gattung *Diaptomus* sehr unempfindlich, wenn auch einzelne ihrer Arten an salziges Wasser gebunden erscheinen. So bevölkert *D. salinus* v. Daday die schwach salzhaltigen Seen bei Mansfeld und stärker salzige Gewässer Algiers und Ungarns. Blanchard beobachtete einen afrikanischen *Diaptomus* in Wasser, das im Liter 14,04—29,15 Gramm Chlorüre gelöst enthielt. Bezeichnend ist auch Nordenskiölds Fund von typischen Meerescalaniden in reinem, eiskaltem Süsswasser*). Die durch schmelzendes Eis in den polaren Meeren verursachte leichte Aussüssung mag den Calaniden den Weg in das Süsswasser gebahnt haben. Auch durch die Austrocknung kleiner Wohngewässer wird die Existenz der Diaptomiden nicht aufs Spiel gestellt. Sars zog zwei Arten *Diaptomus* aus australischem Schlamm, der zwei Jahre lang trocken aufbewahrt worden war. *Diaptomus salinus* belebt in grossen Scharen die algierischen Chotts, trotzdem dieselben während der grössten Zeit des Jahres ausgetrocknet, von einer Salzkruste bedeckt, liegen. In den Alpen bevölkern *D. bacillifer* und *D. denticornis* nach eigener Erfahrung eintrocknende und bis auf den Grund einfrierende Tümpel, sobald sich in denselben wieder Wasser sammelt.

Claus kommt, gestützt auf Versuche, zum Schluss, dass das gewöhnliche *Diaptomus*-Ei lange Trockenperioden zu überdauern vermöge. Die harte Eiersackhülle umschliesst die Eier als Schutzkapsel und versieht so die Dienste des Ephippiums der Cladocereneier. Im Gegensatz zu den Diaptomiden überdauern dagegen die Cyklopiden Austrocknungszeiten als Larven und als ausgewachsene Tiere.

Die widerstandsfähigen Eier bieten zugleich das Mittel zu ausgiebiger Ausbreitung und Verschleppung von *Diaptomus*-Arten, besonders durch das Vehikel der Zugvögel. So erklärt sich die Gegenwart ein und derselben Spezies an weit auseinander liegenden Punkten der Erdoberfläche. Als Beispiel hiefür führen de Guerne und Richard *D. serricornis*, der die Halbinsel Kola und die Azoreninsel Santa Maria bewohnt, an.

Diaptomus darf als alte Gattung angesehen werden, die, von den arktischen Meeren ausgehend, sich allmählich dem Süsswasser anpasste und etappenweise die Kontinente besetzte. Heute ist sie zum Kosmopoliten des süssen Wassers geworden und zählt im Meer keine näheren Verwandten mehr. Die Gletscherzeit mit ihren tiefen Temperaturen setzte der Existenz und Verbreitung der resistenten, arktischen Copepoden keine Grenze.

*) Von ganz ähnlichen Funden aus dem hohen Norden berichtet in einer eben erschienenen Arbeit, welche das Material der Jana-Expedition bespricht, G. O. Sars.

Digitized by Google

Für das hohe Alter der Gattung *Diaptomus* spricht auch die Thatsache, dass das Genus Zeit fand, ungemein zahlreiche Arten zu bilden. Weite Verbreitung und Speciesreichtum sind untrügliche Merkmale alter Tierformen.

Bei der Artenbildung spielte wohl die Umformung unter dem Drucke der äusseren Bedingungen die Hauptrolle. Nordquist hat in hübscher Weise gezeigt, wie die ursprünglich der Nordsee oder dem Eismeer entstammenden Calaniden in der Ostsee Veränderungen eingehen, welche in erster Linie dem Nahrungsmangel und dem geringen Salzgehalt des bewohnten Mediums zuzuschreiben sind.

So besitzt denn heute die Gattung *Diaptomus* überall ihre speziell angepassten Vertreter, die oft nur einen beschränkten, durch besondere Bedingungen charakterisierten Wohnbezirk — Alpenseen, salzige Gewässer, warme Tümpel und Teiche etc. — besetzen. *Diaptomus* tritt so in einen auffallenden Gegensatz zu *Cyclops*, dessen meiste Arten unverändert über den ganzen Erdball sich verbreiten. Bei *Diaptomus* ist das Genus Kosmopolit, bei *Cyclops* die einzelne Species.

Schon im Jahre 1889 zählten de Guerne und Richard 58 Spezies von *Diaptomus* auf. Seitdem hat sich die Zahl der Arten durch neue Entdeckungen sehr bedeutend gesteigert.

Um nur einiges anzuführen, sei bemerkt, dass *Diaptomus*-Arten beschrieben wurden von Richard aus der Mongolei, Argentinien und dem Janinasee, von Poppe aus Brasilien, den Rocky Mountains und China, von Dahl aus dem Amazonenstrom. Wierzejski charakterisierte neue Species aus der Bukowina und Galizien, aber auch von den Canaren, aus Aegypten, Sumatra, Sibirien; de Guerne und Richard zählen Formen aus Algier, Turkestan und vom Congo auf; Lilljeborg bearbeitet neue Diaptomiden der Halbinsel Kola, des arktischen Schwedens und Nordrusslands, Sars aus Nordsibirien. In Deutschland fand Schmeil, in Ungarn v. Daday noch unbekannte Arten. Endlich hat die *Diaptomus*-Fauna Nordamerikas, die von der europäischen völlig abweicht, in neuerer Zeit zahlreiche Bearbeiter, u. a. Reighard, Ward, Brewer, Forbes, Schacht, gefunden. Von den 23 Arten Nordamerikas, welche Schacht aufzählt, gehört keine einzige Europa an. Manche Arten bevorzugen Wasser, dessen Temperatur sich nur wenig über den Gefrierpunkt erhebt; *D. minutus* Lillj., eine durchaus nordische Form, bewohnt geradezu Gletscherwasser. Eine Reihe von Arten steigen hoch in den Rocky Mountains empor. So beschreibt Poppe *D. tyrelli* aus dem Summitlake, ca. 1600 m. *D. signicauda* erreicht in der kalifornischen Sierra Nevada häufig Tümpel von 2000—3000 m Höhe. In einer zweiten Arbeit betont Schacht, dass von allen Centropagiden überhaupt einzig *Limnocalanus macrurus* Sars, ein Bewohner von Salz- und Süsswasser, gleichzeitig in Amerika und Europa vorkomme.

Ein faunistisches Faktum verdient für unsere Zwecke noch besondere Erwähnung, dass nämlich sämtliche *Diaptomus*-Species der Schweiz gleichzeitig auch dem hohen Norden, Skandinavien, Finnland, Kola angehören. Das gilt ganz speziell für die Diaptomiden der Hochalpen, *D. bacillifer* Koelbel, *D. denticornis* Wierz. und *D. gracilis* Sars.

Digitized by Google

In einer ganz neuen Arbeit weist G. O. Sars auf die ungemein weite Verbreitung von *D. bacillifer* in den hochnordischen, durch die Jana-Expedition besuchten Landstrichen hin. Der Krebs wurde an den nördlichsten erreichten Punkten der Neusibirischen Inseln noch massenhaft gefunden. Sars hält den Copepoden für eine nordische Form, die in den Hochgebirgen Zentraleuropas als arktisches Relikt zu gelten habe.

Nach G. Burckhardt gehören fünf *Diaptomus*-Arten der pelagischen Fauna der Schweizerseen an. *D. gracilis* charakterisiert die Gewässer der nordschweizerischen Ebene, *D. graciloides* var. *padana* den Südfuss der Alpen; *D. laciniatus* gehört den grossen Seen des Alpenrands an; *D. bacillifer* und *D. denticornis* sind hochalpin.

Aus dem kosmopolitischen, resistenzfähigen und artenreichen Genus *Diaptomus* kennzeichnen zwei Formen in höchstem Masse die Gewässer der Hochgebirge. Es sind dies *D. bacillifer* Koelbel und *D. denticornis* Wierz. Beide geniessen eine weite Verbreitung im Norden Europas, in Skandinavien und Finnland; beide kehren an zahlreichen Stellen südlicher gelegener Hochgebirge wieder, um in Zentraleuropa nur selten die Ebene zu bewohnen. So kennen wir die zwei Formen nach Richards Bestimmungen aus den Gebirgsseen und -Weihern des Kaukasus.

Wierzejski und v. Daday fanden beide in mehreren Seen der Hohen Tátra bis über 2000 m Höhenlage. In Ungarn steigt übrigens *D. bacillifer* hinab bis in eine Lache bei Kóny und bis in die Plattenseegegend. Steuer konstatierte das Vorkommen von *D. denticornis* in einem kroatischen Gebirgswasserbecken, dem periodisch sich entleerenden Blatasee; Frič und Vavrá nennen denselben Krebs aus mehreren Seen des Böhmerwaldes von etwa 1000 m Höhenlage; Richard kennt ihn als Bewohner der Kraterseen der Eifel; Brady entdeckte *D. bacillifer* in Grossbritannien.

Es kann nicht verwundern, dass die beiden Copepoden des Nordens und der Gebirge in den Alpen die weiteste horizontale und vertikale Verbreitung besitzen. *D. denticornis* Wierz. und *D. bacillifer* Koelbel, an dessen Identität mit *D. alpinus* Imhof und *D. montanus* Wierz. seit den genauen Untersuchungen Schmeils nicht mehr zu zweifeln ist, bevölkern den ganzen Gebirgszug von den Westalpen Frankreichs bis zu den österreichischen Ostalpen. Für jede der beiden Arten kenne ich nach den Angaben anderer Autoren, unter denen besonders Blanchard, Richard und Imhof genannt werden müssen, und nach eigener Erfahrung 35 Fundorte in den Hochalpen. Von 22 anderen Lokalitäten, deren Höhe zwischen 1561 und 2630 Metern liegt, werden unbestimmbare Angehörige des Genus *Diaptomus* gemeldet. Es darf als sicher angenommen werden, dass es sich in weitaus den meisten der letztgenannten Fälle um jugendliche Exemplare von *D. bacillifer* oder *D. denticornis* handelt.

Es hat keinen Sinn, die zahlreichen alpinen Fundorte beider Arten einzeln zu nennen; über ihre vertikale Verteilung mag die folgende Tabelle belehren.

Digitized by Google

Meter	D. denticornis	D. bacillifer	
Unter 1000	3	1	Fundorte
1000—1500	3	0	"
1500—1800	7	2	"
1800—2100	8	6	"
2100—2400	13	7	"
2400—2700	1	18	"
Ueber 2700	0	1	"
	35	35	"

Ein Blick auf die Zusammenstellung genügt, um zu zeigen, dass *D. bacillifer* in noch bedeutend höherem Masse „alpin" ist als *D. denticornis*. Er erreicht seine stärkste Vertretung und Verbreitung in einer Höhenzone, welche von seinem Gattungsgenossen *D. denticornis* kaum erreicht wird. Damit stimmt auch vollkommen die faunistische Thatsache, dass die eben genannte Art im allgemeinen viel tiefer hinabsteigt als *D. bacillifer*. Sie bevölkert Weiher im Bois de Finge, 568 m, bei Sierre, in der Thalsohle des Wallis; sie lebt in der Nähe von St. Gallen im Wenigerweiher, 839 m; ja sie erscheint im schweizerischen Mittelland, unweit des Pfäffikersees, 541 m. Endlich kehrt *D. denticornis* nach Imhof in Weihern des Berner Juras von 970 und 1000 m Höhenlage wieder und lebt nach de Guerne und Richard auch im Lac de Chalain, Département du Doubs. In jüngster Zeit fand van Douwe den Krebs zum ersten Mal für Deutschland in einem Moorweiher bei Peissenberg, Oberbayern, 740 m. Dort setzte das durch Carotin prachtvoll rot gefärbte Tier im Sommer 1898 und 1899 das Limnoplankton fast ausschliesslich zusammen. Ganz anders *D. bacillifer*. Er verlässt die eigentlichen Hochalpen nur im oberösterreichischen Langbathsee, 675 m. Seine nächstniedrige Fundstelle liegt schon bei 1700 m im savoyischen Lac Parchet. Als höchsten Fundort von *D. denticornis* notieren wir den Lac du Grand Charvia bei Briançon, ca. 2500 m. *D. bacillifer* erreicht seine oberste Grenze im See von Prünas — Oberengadin — 2780 m.

Soweit unsere Beobachtungen reichen, schliessen sich *D. denticornis* und *D. bacillifer* in ein und demselben See gegenseitig aus. Dagegen treten sie in Becken desselben beschränkten Gebiets, ja in unmittelbar nebeneinander liegenden Wasserbecken vikarierend für einander ein. Von den Rhätikonseeen beherbergt derjenige von Garschina *D. denticornis*, der Lüner- und Partnunersee dagegen *D. bacillifer*. Im Silsersee lebt *D. bacillifer*, im St. Moritzer- und Silvaplanersee *D. denticornis*. Von den beiden die Passhöhe der Fluela, 2385 m, einnehmenden Wasserbecken beherbergt das eine den einen, das andere den zweiten *Diaptomus*. Nur aus dem Lej Nair bei Campfèr, 1860 m, meldet Imhof das Vorkommen der beiden Arten. Doch erwähnt er für den See bei späterer Gelegenheit *D. bacillifer* nicht mehr, so dass es sich wahrscheinlich um ein Missverständnis handelte.

Digitized by Google

als beide Formen citiert wurden. Dagegen bestimmte Richard die zwei Species sicher aus dem Goktschai im Kaukasus.

Neben den beiden typischen Gebirgsarten erhebt sich an einigen Stellen *Diaptomus gracilis* G. O. Sars in die Alpen. Derselbe bildet, nach Schmeil, ein Hauptglied der deutschen Seefauna und fehlt auch nicht in kleineren Gewässern. In den zahlreichen Seen Norddeutschlands, die durch Seligo und Zacharias auf ihre pelagische Tierwelt untersucht wurden, vertrat *D. gracilis* regelmässig die Calaniden. Von 92 westpreussischen Wasserbecken beherbergten ihn 71. In ähnlicher Verbreitung fand G. Burckhardt den Krebs in der Schweiz. Auch sonst verbreitet er sich weit über Centraleuropa und erreicht in Skandinavien und Finnland hohe nordische Breiten. So bestimmte ihn Richard aus Material, das in den Seen Imandra und Kolozero der Halbinsel Kola gesammelt wurde. Auch in Nordrussland und Sibirien ist der Krebs verbreitet. Im Gebiet der Tátra verfolgten Wierzejski und v. Daday den Calaniden von der Ebene ausgehend durch mehrere Seen bis zur beträchtlichen Höhe von 2019 m. Aehnlich liegen die Verhältnisse in den Alpen. Zwar macht in der Schweiz die Hauptmenge von *D. gracilis* in den subalpinen Seebecken des nördlichen Gebirgsrandes Halt. Doch werden immerhin da und dort Vorposten nach der Höhe vorgeschoben. Dies findet besonders reichlich in der Ostschweiz statt, wo, nach Aspers und Heuschers Zeugnis, der Thalalpsee am Mürtschenstock, 1105 m, die drei Murgseen im Kanton St. Gallen, 1673, 1815, 1825 m, die Seen der Säntisgruppe, Fählensee 1455 m, Semtisersee 1250 m, und endlich drei hochgelegene Becken der Grauen Hörner bei Ragaz, Wangsersee 2200 m, Schottensee 2342 m, Schwarzsee 2381 m, *Diaptomus gracilis* beherbergen*). Diesen neun ostschweizerischen Fundorten fügt Pitard einen westschweizerischen, den Lac de Chavonnes, 1696 m, in den Waadtländer Alpen bei.

Als Alpenbewohner muss ferner *Diaptomus coeruleus* Fischer, der von Steuer in einem Tümpel der weiten Alm (Kärnten) bei 1800 m in zahlreichen, schön rot gefärbten Exemplaren gefunden wurde, gelten. Schmeil bezeichnet den Krebs als Bewohner kleiner, stehender Gewässer und als gemeinste Art des Genus in Deutschland. Er scheint sich im Norden und Osten weit auszudehnen und das arktische Europa sowie den Ural zu erreichen. De Guerne und Richard melden das Tier aus Nordrussland und Sibirien. Etwas unsicher sind die Angaben von Moniez über das Vorkommen von *Diaptomus castor* Jurine in einigen Hochgebirgsseen, da die genannte Art bis in die jüngste Zeit immer und immer wieder mit Verwandten verwechselt wurde und so der Name *D. castor* zu einem wahren Sammelbegriff für Diaptomiden wurde. Moniez' Material wurde von Dollfus im Silser-, Puschlaver-, Haidsee und im Lago di Crocetta, 2307 m, gesammelt. Der Calanide aus dem Lago Ritom, den Pavesi als *D. castor* betitelte, wurde von Fuhrmann richtiger als *D. denticornis* bestimmt.

*) Imhofs Fund von *D. gracilis* im See von Weissenstein, 2030 m, an der Albula lasse ich ausser Betracht, da Imhof selbst denselben später mit Schweigen übergeht.

Digitized by Google

Damit ist die Aufzählung der die Alpen bewohnenden Angehörigen des Genus *Diaptomus* erschöpft.

Für die Pyrenäen stellten Jules de Guerne und J. Richard die Gegenwart von *Diaptomus laciniatus* Lillj. fest, einer Form, die längere Zeit nur aus dem arktischen Europa — Skandinavien, Finnland, Kola, Lappland — bekannt war. Heute kennen wir sie aber auch aus dem Titisee in Deutschland und aus zahlreichen Wasserbecken der Schweiz, ohne dass sie dort in das Hochgebirge emporsteigen würde. Ebenso lebt das Tier in den Seen des französischen Juras und der Auvergne. Burckhardt betrachtet *C. laciniatus* als nach Norden und in die Gebirge zurückgedrängte Glacialform.

In den Pyrenäen erhebt sich *D. laciniatus* bis zu 1869, 2160 und 2172 m — Lacs d'Orédon, d'Aubert et de Lostallat —, während die Seen von Aumar und Cap de Long, 2215 und 2120 m, Ende August und anfangs September nur unreife und deshalb unbestimmbare Diaptomiden lieferten.

Endlich besitzen die Tátra und die Karpathen auf der ungarischen und galizischen Seite ihren eigenen *Diaptomus*, den *D. tatricus* Wierz. Der Krebs steigt, nach Wierzejski und v. Daday, in verschiedenen Seen bis zu etwa 1700 m empor und scheint eine typische Gebirgsform zu sein.

O. E. Imhof gebührt das Verdienst, in den Hochalpen eine zweite Gattung der Centropagiden, das Genus *Heterocope*, vertreten durch *H. saliens* Lillj., entdeckt zu haben. Der Krebs bevölkert einige hochgelegene Gewässer des Oberengadins, den Lej Marsch, 1810 m, Lej Nair 1860 m, Lej Furtschellas, 2680 m und soll auch in den Schwendiseen im Toggenburg, St. Gallen, vorkommen. Für die Hohe Tátra ist er als reine Gebirgsform in einigen Seen bis zu 1700 m bekannt.

Nordquist macht darauf aufmerksam, dass *Heterocope* im Winter und Frühjahr verschwinde; er nimmt an, dass der Krebs im Herbst Dauereier bilde, um im Sommer sich aus denselben von neuem zu entwickeln. Die Fähigkeit, Dauerkeime zu erzeugen, würde *Heterocope* wohl erlauben, ihr Leben in Hochgebirgsseen zu fristen. Immerhin will Imhof *Heterocope* auch im Winter aus dem Zürichsee gefischt haben.

Als den Oberengadinerseen nächstgelegene Fundstelle von *H. saliens* müssen die Seen des italienischen Alpenfuss, speziell der Lago maggiore, Comersee und Luganersee genannt werden. Die Unterschiede in Lage, Tiefe und physikalischen Bedingungen zwischen den oberitalienischen Seen und den rauhen Wasserbecken von Nair und Furtschellas sind höchst beträchtliche. In den letztgenannten Seen findet *H. saliens* die Verhältnisse des hohen Nordens wieder, dem sie als Bewohnerin skandinavischer Wasserbecken und finnischer und sibirischer Gewässer angehört. Unter allen Umständen hat auch *Heterocope*, ähnlich wie *Diaptomus*, als sehr anpassungsfähige Gattung zu gelten.

In der nördlichsten Provinz Norwegens, in Nordland, beobachteten De Guerne und Richard den Centropagiden in arktischen Gewässern, deren Charakter sich mit demjenigen hochalpiner Seen deckt. Es sind dies der Rosvand, 420 m, der Storvand,

Digitized by Google

350 m, und der Hattfjeldal, 275 m. Die Seen liegen zwischen dem 64° und 65° N. Br. Der Rosvand bleibt von Ende Dezember bis Ende Mai geschlossen; seine Temperatur betrug am 22. Juli 3,8—7° C. Im Hattfjeld mass der Thermometer am 20. Juli 13,5° C. Gemäss der Aehnlichkeit in den physikalischen Bedingungen stimmt auch die Fauna, und besonders die Copepodenvertretung, in den Seen Nordlands und denjenigen der Hochalpen überein.

Aus allen angeführten Daten ergibt sich, dass sämtliche Centropagiden der Alpenkette nordischen, zum Teil sogar ausgesprochen arktischen Charakter tragen.

Für die Vertretung und Verteilung der alpinen Centropagiden erhalten wir folgende Tabelle:

Name	Zahl der alp. Fundorte	Höchster Fundort m
1. Diaptomus bacillifer Kölbel .	35	2780
2. D. denticornis Wierz. . . .	35	2500
3. D. gracilis G. O. Sars . . .	10	2381
4. D. castor Jurine ?	4	2307
5. D. coeruleus Fisch.	1	1800
6. Heterocope saliens Lillj. . .	5	2680

Eine äusserst auffallende Eigenschaft der Hochgebirgs-Diaptomiden liegt in ihrer grellroten Färbung. Zwar zeichnen rote Farbentöne oftmals auch die *Diaptomus*-Arten des Flachlands aus. Schmeil erwähnt mehr oder weniger ausgiebige Rotfärbung u. a. für *D. castor* Jurine, *D. salinus* v. Daday, *D. wierzejskii* Richard, *D. coeruleus* Fischer, *D. gracilis* G. O. Sars. In besonders prachtvollen roten und blauen Farbentönen aber erstrahlt *D. superbus* Schmeil, den der Autor in einem Tümpel bei Magdeburg entdeckte. Schmeil macht darauf aufmerksam, dass die Färbung derselben Art von Gewässer zu Gewässer wechselt und dass rote und blaue Farbe und völlige Farblosigkeit sich ablösen.

Rötliche Färbung besitzt auch, nach den Angaben Ladenburgers und Poppes, *D. laticeps* des Mansfelder Sees. *D. sanguineus* Forb. fand Brewer prächtig rot gefärbt oder ganz farblos und Schacht betont ausdrücklich die Rotfärbung mancher nordamerikanischer Diaptomiden. Auch die *Diaptomi* der stark salzigen Seen Algiers sind, nach de Guerne und Richard, lebhaft rot gefärbt.

Mit dem Hinaufsteigen in die Gebirge scheint die rote Farbe der *Diaptomus*-Arten regelmässiger aufzutreten und gleichzeitig intensiver zu werden. Schon in Mittelgebirgen fällt die äusserst grelle Färbung auf. Ich erinnere an die Angaben Richards über die Diaptomiden der Auvergne, an den durch Frič erbeuteten, hochroten *D. denticornis* des Böhmerwaldes und an den grell zinnoberroten *D. graciloides* des Gemündener Maars, dessen Farbstoff, nach Vosseler, hauptsächlich an Fett gebunden ist.

Im Hochgebirge endlich wird die Rotfärbung der *Diaptomus*-Arten eine durch Intensität und Konstanz gleich überraschende Erscheinung. Richard spricht von den karmoisinroten *D. denticornis* und *D. bacillifer* des Goktschai im Kaukasus; v. Daday

Digitized by Google

bezeichnet *D. bacillifer* mehrerer Tátraseen als paprikarot. Für die Alpen liegen sehr zahlreiche diesbezügliche Beobachtungen vor. Ich erwähne, nach Imhof, den ziegelroten *D. bacillifer* des Lago d'Emet und des Lej Margum, 2490 m, den hochroten *D. denticornis* aus dem Ritomsee, der Asper, Imhof, Pavesi und Fuhrmann auffiel. Steuer untersuchte einen Tümpel auf der Saualpe, der durch die Mengen ziegelroter Exemplare von *D. coeruleus* intensiv gefärbt war. Eine ähnliche Rotfärbung des Wassers beobachtete Blanchard am Lac de Gimont, 2400 m, und ich selbst am Garschinasee, 2189 m. Im erstgenannten Fall wurde die Farbe bedingt durch die Gegenwart von *D. bacillifer*, im zweiten durch gewaltige Schwärme von *D. denticornis*.

Interessant sind Blanchards Angaben über seine Beobachtungen in den französischen Alpen, weil sie uns zeigen, dass auch im Hochgebirge in nahe gelegenen Wasserbehältern die Färbung der Diaptomiden einen sehr verschiedenen Grad erreicht. *D. bacillifer* war in den meisten Seen von 2300—2500 m lebhaft karminrot gefärbt; nur an einem Fundort, auf dem Plateau de Paris, blieb er farblos. Viel wechselvoller verhielt sich *D. denticornis*. In einer ganzen Reihe von Seen war der Krebs lebhaft rot gefärbt. In unmittelbar angrenzenden Wasserbecken aber zeigte er keine Spur von Färbung. Von den Seen des Plateau de Paris z. B., die in einer Höhe von 2300—2400 m liegen, beherbergt einer karminrote Exemplare von *D. denticornis*, in zwei anderen Becken, dem Lac noir und dem Lac cristallin, waren die Copepoden farblos und im Lac des moutières endlich blieben sie ungefärbt bis ziemlich stark rot gefärbt. Die Seen des Plateau du Gondran, sowie der Lac de l'Ascension, 2300—2400 m, waren von intensiv roten *D. denticornis* belebt.

Blanchard glaubt, dass Farblosigkeit und Färbung der Diaptomiden im engsten Zusammenhang mit der Natur der aufgenommenen Nahrung stehen. So erkläre sich auch, dass Individuen derselben Species in nahe liegenden Seen ein sehr abweichendes Colorit tragen können, während sie in ein und demselben Becken nur selten verschieden gefärbt sind.

Asper und Heuscher berichten von gelber bis hochroter Färbung des *D. gracilis* im Semtisersee, Fählensee, Thalalpsee und in den Murgseen. Dasselbe Tier besitzt in der Ebene gewöhnlich nur wenig kräftige Farben.

Aus eigener Erfahrung kann ich über die Färbung der Diaptomiden etwa folgendes anführen. *D. bacillifer* fieng ich, meistens in grosser Menge, in acht Gebirgsseen des Grossen St. Bernhard von der Höhenlage 2420—2630 m. Das Tier trug ohne Ausnahme prachtvoll rote Farben. Dasselbe gilt für die Unmengen von Individuen derselben Art im Lünersee, die das Nachts hinter dem Bot hinziehende Seidennetz in kurzer Zeit mit einem leuchtend-roten, gallertartigen Brei erfüllen. Auch in einem kalten Weiher an den Kirchlispitzen, 2100 m, lebte, allerdings mehr vereinzelt, der rotgefärbte *D. bacillifer*. Im Partnunersee war die Farbe für dieselbe Art um einen Ton heller; doch hielt sie auch im Winter unter dem Eis aus.

D. denticornis des Garschinasees war stets lebhaft rot gefärbt. Es sind mir also nirgends im Hochgebirge farblose oder auch nur blasse Calaniden ins Netz gegangen.

Digitized by Google

Die Rotfärbung der Diaptomiden bildet nur einen Teil einer grösseren, zahlreiche Tiergruppen der Hochgebirgsseen umfassenden Erscheinung. Es hat dieselbe, wie wir sahen, ihre Gültigkeit für *Hydra*; wir werden unter den Cyclopiden lebhaft rot gefärbte Species, besonders *C. strenuus*, in hochgelegenen Gewässern antreffen. Dieselbe Farbe tragen manche Turbellarien, einige Anneliden und von den Rotatorien mindestens *Pedalion mirum* (See von Val Campo, 2370 m). Mit der zunehmenden Höhe des Wohnorts wird die Rotfärbung immer allgemeiner und zugleich immer intensiver. Eine merkwürdige Parallele zur Färbung mancher Bewohner hochgelegener Gebirgsseen bildet das schreiend rote Kolorit zahlreicher Tiefseetiere.

Höchst interessant ist Ambergs Beobachtung an den Copepoden des Katzensees bei Zürich, die im Sommer farblos sind, um sich im Winter rot zu färben. Das rote Colorit könnte also wohl mit der tiefen, glacialen Temperatur in Zusammenhang stehen.

Ueber die Natur des roten Diaptomidenfarbstoffs gab zuerst Blanchard und später, genauer, Zopf Aufschluss. Letzterer untersuchte chemisch den *D. denticornis* von Garschina und *D. bacillifer* des Lünersees. Er entdeckte in den genannten Copepoden zwei Carotine, ein der gelben Reihe angehörendes, zweibänderiges und ein rotes, einbänderiges, das er mit dem Namen Diaptomin belegte. Zu ähnlichen Resultaten führte die Analyse von *D. wierzejskii* und *Cyclops strenuus*, die unter dem Eis bei Halle gesammelt worden waren. Die Copepoden sind also teilweise imstande, pflanzliche Farbstoffe zu erzeugen. Diese Fähigkeit scheint unter den Hochgebirgsbedingungen eine Steigerung zu erfahren.

Durch Copepodennahrung werden die Farben wohl erst sekundär auf andere Tiere, Hydren, Turbellarien, Rotatorien übertragen. Dafür spricht die Beobachtung, dass hungernde Exemplare von *Hydra rubra* ihre rote Färbung verlieren. So erklärt sich auch die Steigerung der Rotfärbung von *Hydra* mit der zunehmenden Höhenlage des Wohnorts. *Hydra rubra* lebt, wie gezeigt wurde, vorzugsweise in grösseren Seen der Hochalpen, d. h. eben in denselben Becken, welche in reichstem Masse den pelagischen, carotinhaltigen Copepoden, *Diaptomus bacillifer*, *D. denticornis*, *D. gracilis* und *Cyclops strenuus* zusagen.

Am *Diaptomus bacillifer* des Lac de Gimont, 2400 m, konstatierte Blanchard hochgradigen positiven Heliotropismus. Die Tiere ziehen längs des Ufers dem Sonnenlichte nach und bilden an den gerade beleuchteten Stellen dichte, schwarmartige Ansammlungen, die schon auf grössere Distanz als rote Flecke sichtbar sind. Auch in Gläsern wenden sich die Krebse der bestrahlten Wand zu.

Aehnliches fiel mir am *D. denticornis* des Garschinasees auf. Auch dort wimmelte die sonnbestrahlte Oberfläche von den prächtig roten Tieren, die, in Gefässe gebracht, immer wieder dem Lichte zustrebten. Anders aber als der seichte Weiher von Garschina verhält sich in dieser Beziehung der tiefe und grosse Lünersee. Die Hauptmasse von D. *bacillifer* hält sich dort während des Tags in grösseren Tiefen, um erst nach

Digitized by Google

Sonnenuntergang und bei beginnender Dämmerung an die Oberfläche emporzusteigen. Nur an trüben Tagen weist auch der Wasserspiegel eine reichere Bevölkerung auf.

Ueber den Lebenscyklus, dem die Diaptomiden der Hochgebirgsseen im Laufe eines Jahrs unterworfen sind, liegen einstweilen nur spärliche Daten vor, die zu einem allgemeinen Bild bloss einzelne Striche liefern. Wir wissen, dass die Gattung *Diaptomus* in manchen Vertretern auch unter dem winterlichen Eis weiter lebt.

Vom nordischen *D. gracilis* erfahren wir durch Nordquist und Levander, dass er in grösseren und kleineren Landseen Finnlands während des ganzen Jahres meistens massenhaft in reifen männlichen und weiblichen Exemplaren auftrete. Er lebte im Lojo- und Nurmijärvisee unter Eisdecken von 30 und 50 cm Mächtigkeit. Apstein fand dasselbe Tier während des ganzen Jahrs im Dobersdorfersee, Seligo unter dem Eis des Klostersees. Zu *D. gracilis* sind vielleicht auch die Crustaceen zu rechnen, welche nach Lauterborn zur Winterfauna alter Rheinarme gehören.

Sicher wies Imhof *D. gracilis* im November und Januar für den Aegerisee, 727 m, nach.

Aber auch in eigentlichen hochalpinen Wasserbecken überdauern *Diaptomus*-Arten den langen Winter. Imhof erbeutete Diaptomiden unter dem Eis des Schwarzsees; ich selbst fieng ausgewachsene Exemplare von *D. bacillifer* am 27. Dezember 1891 im Partnunersee, der eine Eisdecke von 80 cm trug.

Damit wäre ein erster Punkt für die Beurteilung des Jahrescyklus von Diaptomiden in Hochgebirgsseen gewonnen. Eine zweite Thatsache bezieht sich darauf, dass während der ersten Hälfte des Alpensommers, d. h. also etwa im Juni, Juli und in der ersten Hälfte August, in hochgelegenen Gebirgsseen fast ausschliesslich unreife Individuen der Gattung *Diaptomus*, welche noch nicht alle Häutungen durchgemacht haben, vorkommen. Dies mag durch Zahlen und Daten belegt werden.

Diaptomus bacillifer im Lünersee, 1943 m.

Datum	Entwicklungszustand	Temp. °C.
21. Juli 1891, tags	Massenhaft; alle unreif	10,5
Nach Sonnenuntergang .	Massenhaft; alle unreif	10,3
23. Juli 1891	Massenhaft; alle unreif; gelbrot	10,7
23. Juli 1892, nachmittags . .	Nur junge und jüngste Stadien	6,5
23. Juli 1892, b. Eintritt d. Nacht	Junge Tiere zahlreich	6,0
24. Juli 1892, nachts v. 8-10 Uhr	Dasselbe Resultat	6,5—7
26. Juli 1892, nachts v. 9-10 Uhr	Ebenso	5,25
27. Juli 1892, vormittags . .	Viele in Häutung begriffen	7
7. August 1890	Viel junge Tiere, **aber auch reife Exemplare**	10—11
24. August 1893, abends 9 Uhr	**Massenhaft, viele mit Eiern und Spermatophoren. Hochrot**	12
25. August 1893, tags . . .	**Relativ spärlich; viele reif**	13—14
5. Okt. 1891, v. Sonnenunterg.	**Zahlreich; fast alle reif; feuerrot**	8,5—9

Digitized by Google

Damit stehen auch die folgenden Daten über *D. bacillifer* im Einklang:

Diaptomus bacillifer im Rhätikon, im Gebiet des Grossen St. Bernhard und der französischen Alpen, der Tátra und des Kaukasus.

Lokalität	Höhenlage m	Datum	Entwicklungszustand
		Rhätikon.	
Weiher an den Kirchlispitzen	2100	21. Juli 1891 **Temp. 3,5° C.**	Vereinzelte Exemplare; alle unreif.
		6. Oktober 1891 **Temp. 5° C.**	**Vereinzelte Exemplare, alle reif.**
Partnunsee	1874	1. August 1890 **Temp. 13° C.**	Zahlreich, reife Exemplare äusserst selten.
		27. Dezember 1891 **Temp. 2° C.**	**Vereinzelt, alle ausgewachsen, z. T. mit Geschlechtsprodukten.**
Tümpel an Nordseite des Grubenpass	2200	29. August 1893 **Temp. 21° C.**	**Zahlreiche reife Tiere.**
		St. Bernhard.	
Nördl. Lac de Fenêtre	2420	5. August 1894 **Temp. 12° C.**	Zahlreich. Vereinzelte reif.
Südwestlicher Lac de Fenêtre	2500	5. August 1894 **Temp. 15° C.**	Zahlreich. Alle jung.
Unterer See von Grand Lay	2560	8. August 1894 **Temp. 11-12,5° C.**	Zahlreich. Nur wenige reif.
Unterer See von Drônaz	2570	8. August 1894 **Temp. 12,5° C.**	Zahlreich. Fast ausschliesslich unreif.
Südlicher See im Jardin du Valais	2610	6. August 1894 **Temp. 15-18° C.**	Ebenso.
Nördlicher See im Jardin du Valais	2610	6. August 1894 **Temp. 15° C.**	Ebenso.
Oberer See von Grand Lay	2620	8. August 1894 **Temp. 18,5° C.**	Ebenso.
Oberer See von Drônaz	2630	8. August 1894 **Temp. 12,5° C.**	Zahlreich; nur unreife Tiere.

Digitized by Google

Französische Alpen.
(Nach Blanchard und Richard.)

Lokalität	Höhenlage m	Datum	Entwicklungszustand
Lac de Gimont . . .	2400	30. August 1889	Reife Tiere.
		27. Sept. 1888	
		5. Oktober 1888	
Les trois lacs . . .	2300	6. Sept. 1889	Ebenso.
Plateau de Paris . .	2400		
Plateau de Cristol . .	2400	22. Sept. 1888	
Lac du Col, Flaque II.	2500		Ebenso.

Tátra.
(Nach v. Daday.)

Schwarzer See . . .	1564	4. August	Massenhaft. Reif.

Kaukasus.
(Nach Richard).

Goktschai	1800	August	Sehr häufig. Reif (?).

Leider lassen sich **Imhofs** Angaben über das Vorkommen von *D. bacillifer* in den Hochalpenseen von Graubünden, da sie keine Notizen über den Entwicklungszustand der gesammelten Crustaceen enthalten, hier nicht verwenden.

Die tabellarisch zusammengestellten Zahlen genügen aber, um zu zeigen, dass der hochalpine *C. bacillifer* unter dem winterlichen Eis ausdauert. Mit der steigenden Wasserwärme scheint für die wenigen überwinterten Tiere eine rege Fortpflanzungsthätigkeit einzutreten. Dies führt dazu, dass manche Hochgebirgsseen von 1800—2600 m Höhenlage im Juli und Anfangs August von gewaltigen Mengen junger, unreifer Exemplare von *D. bacillifer* erfüllt sind. Im Laufe des Monats August und September erreichen die jungen Krebse die Geschlechtsreife. Mit Anbruch des Winters scheint die Fortpflanzungsthätigkeit eingestellt, oder wenigstens eingeschränkt zu werden.

Je später der Sommer eintritt, je ungünstiger der See liegt, desto später wird auch die Fortpflanzung von *D. bacillifer* einsetzen und umso früher wird ihr durch den Winter ein Ende gesetzt. Die Fortpflanzungsperiode von *D. bacillifer* verkürzt sich im allgemeinen mit der zunehmenden Höhenlage des bewohnten Wasserbeckens.

Zu ähnlichen Resultaten führt die Betrachtung des zweiten *Diaptomus* der Hochalpen, *D. denticornis*.

Digitized by Google

Diaptomus denticornis im See von Garschina, 2189 m.

Datum	Entwicklungszustand	Temp. °C.
17. August 1889	Zahlreich. Die grosse Mehrzahl unreif.	14,5
29. Juli 1890	Zahlreich; alle unreif	15
3. August 1891	Zahlreich. Fast ausschliesslich unreif	13—14
7. August 1891		11,2
3. August 1892	Zahlreich; alle unreif	15
30. August 1893	Zahlreich. Viele **reife Individuen**	16

Im Tümpel am Rellsthalsattel lebten am 24. August 1893 zahlreiche, sehr grosse Diaptomiden, von denen indessen kein einziges Exemplar reif war. Es ist nicht unwahrscheinlich, dass sie zu *D. denticornis* gezählt werden müssen.

Wie die Beobachtungen am Garschinasee, so weisen auch diejenigen Blanchards und Richards an zahlreichen Wasserbecken der französischen Alpen in der Nähe von Briançon auf eine sehr späte Geschlechtsreife von *D. denticornis*. Vom 30. August bis zum 5. Oktober trafen die genannten Forscher in elf Seen von 2200—2500 m Höhenlage reife Männchen und Weibchen des Copepoden in grosser Zahl.

Endlich liegen einige Anzeichen vor, dass auch *D. gracilis* in den Hochalpen in Bezug auf den Lebenscyclus sich ähnlich verhält wie *D. bacillifer* und *D. denticornis*. Der Schwarzsee im Gebiet der Grauen Hörner war, nach Heuscher, am 4. August von den Nauplien dieses Copepoden erfüllt. Am 7. August erbeutete ihn Pitard häufig im Lac de Chavonnes, 1696 m. So scheinen die drei Hochgebirgscalaniden nach ungefähr demselben Schema das Jahr zu durchlaufen. Auf die lange Winterszeit mit schwacher Vertretung und eingeschränkter oder aufgehobener Fortpflanzungsthätigkeit folgt eine lebhafte Vermehrung zu Anfang des spät eintretenden Alpensommers. Die Hochgebirgsgewässer erfüllen sich während mehrerer Wochen mit einer Unmenge junger Diaptomiden, welche erst im August die Geschlechtsreife erlangen.

Eine Parallele zu diesem Verhalten werden wir bald im Gebiet der Cyclopiden finden.

Von besonderem Interesse ist es, die Periodicität einer *Diaptomus*-Art der Ebene mit den für das Hochgebirge gewonnenen Daten zu vergleichen. Dazu bietet *D. oregonensis* Lillj., aus dem Lake Mendota, nach Birges trefflicher Schilderung, das beste Material.

Im Herbst nimmt die Zahl der Individuen dieser Species früh ab; sobald eben die Wassermenge sich abzukühlen beginnt. Spätestens in der ersten Hälfte des Monats November sind winterliche Zahlen erreicht und in gleichmässiger, minimaler Vertretung durchläuft *D. oregonensis* unter dem Eis, ohne sich fortzupflanzen, die kalte Jahreszeit. Die geringsten Individuenzahlen weist der April auf, nachdem eben die Eisdecke sich

Digitized by Google

gelöst hat. Erst im Mai tritt eine äusserst lebhafte Vermehrung ein, als deren Produkt ungeheure Mengen junger *Diaptomi* die oberen Wasserschichten beleben. Die Fortpflanzung führt zu einem mehrere Wochen anhaltenden Zahlenmaximum. Je nach den Temperaturverhältnissen stellt sich der herbstliche Abfall etwas früher oder später ein.

Die grosse Aehnlichkeit zwischen dem Jahrescyclus von *D. oregonensis* und demjenigen der Hochgebirgs-Diaptomiden liegt ohne weiteres auf der Hand. Es handelt sich nicht um prinzipielle Unterschiede, sondern nur um verschiedene Bemessung der einzelnen Perioden des Cyclus. Im Hochgebirge dehnt sich die unproduktive Winterzeit auf Kosten des produktiven Sommers. Das Verhalten der hochalpinen Calaniden gibt Birges Annahme recht, dass die Periodicität von *Diaptomus* in erster Linie vom Gang der Temperatur abhänge.

Diaptomus graciloides Sars, soll, nach Apstein, seine Maximalvertretung im Plöner See im Winter, im Dobersdorfer See dagegen im Sommer erreichen. Mit dem Verhalten in dem letztgenannten Wasserbecken lässt sich der Cyclus der alpinen Diaptomiden vergleichen. In beiden Fällen wird der Winter von wenigen, meist ausgewachsenen Exemplaren, die selten Eier tragen, überdauert. Nach dem Bruch des Eises folgt der bedeutende Zahlenaufschwung. Im Katzensee pflanzt sich *Diaptomus gracilis* gerade zur Zeit der tiefsten Wassertemperatur fort; ebenso erreicht er im Vierwaldstättersee seine Maximalvertretung im Februar, d. h. zur Zeit des Temperaturrückgangs.

Der *Diaptomus* des Lünersees wird von Schmeil, nach gründlichem Studium, als Lokalvarietät von *D. bacillifer* erklärt, während Imhof dasselbe Tier zu seinem *D. alpinus* ziehen wollte. Auch *D. montanus* Wierz. darf nur als Varietät von *D. bacillifer* betrachtet werden, der somit in Gebirgsseen zur Variation geneigt erscheint. Bezeichnend für den *Diaptomus* des hochgelegenen Lünersees ist der Umstand, dass er etwas schwächer gebaut bleibt, als seine Artgenossen der tiefer gelegenen Seen.

In der Regel charakterisieren *D. bacillifer* und *D. denticornis* das Plankton der grösseren und tieferen Hochgebirgsseen, wie das im Abschnitt über die pelagische Lebewelt gezeigt werden soll. Wenn sie aber in ungeheuren Massen pelagisch vorkommen, so meiden sie doch auch kleine, warme Weiher und seichte Tümpel der Alpen nicht. Ich erinnere an die Gegenwart von *D. bacillifer* in einem Tümpel am Grubenpass (Rhätikon), in Wasserlachen der französischen Alpen und in den Weihern des Jardin du Valais auf dem Grossen St. Bernhard. Ein ähnliches Vorkommen meldet Richard aus der Gegend von Tiflis.

D. denticornis belebt den seichten See von Garschina, Tümpel der französischen Alpen und kleinste Bergseen Graubündens.

Nach Mitteilungen von Poppe und Richard ist bei den Rhätikonexemplaren von *D. bacillifer* der Fortsatz am drittletzten Glied der rechten männlichen Vorderantenne etwas kürzer als im typischen Fall. Doch ist darauf kein besonderes Gewicht zu verlegen, da jener Fortsatz in seinen Dimensionen überhaupt variiert.

Digitized by Google

16. Cyclopidae.

Biologisch nicht minder geeignet, Hochgebirgsgewässer zu bevölkern, als die Diaptomiden, scheint die naheverwandte Gruppe der Cyclopiden. Die Genügsamkeit in Qualität und Quantität der Nahrung und besonders die grosse Resistenzkraft gegenüber ungünstigen äusseren Bedingungen sichert auch den Vertretern der Gattung *Cyclops* eine Verbreitung bis in die höchstgelegenen Tümpel der Alpen, welche ihre Eisdecke auch nur kurze Zeit verlieren. Claus bemerkt schon im Jahre 1863 mit Recht: „Der Einfluss, den die Differenzen der Temperatur und des Klimas im Zusammenhang mit den veränderten Bedingungen der Ernährung auf unsere Geschöpfe ausüben, scheint der Ausbreitung derselben über sehr verschiedene Regionen keine absolute Grenze zu setzen." Für die Richtigkeit dieses Satzes sprechen die zahlreichsten Beobachtungen im Hochgebirge.

Den beiden grossen Gefahren hochgelegener Gewässer, der Kälte und der Austrocknung, trotzt *Cyclops* auf lange Dauer erfolgreich. Unter der Eisdecke der finnischen Seen Nurmijärvi und Kallavesi fanden Nordquist und Levander Cyclopiden; ähnliche Beobachtungen machten Seligo am Klostersee, Hartwig am Müggelsee, Frič an böhmischen Teichen. Auch Schmeil, Haecker, Birge, Richard, Zacharias, Apstein wissen von ähnlichen Funden zu berichten.

Im hochalpinen Bernhardinsee, 2080 m, der von 55 cm dickem Eis bedeckt war, sah Imhof zahlreiche Cyclopiden. Hieran reihen sich eigene Funde über das Vorkommen von *Cyclops strenuus* unter der dicken winterlichen Eisschicht des Partnunersees und über das Verhalten derselben Species unter dem Eis des Oberen Arosasees und des Muttsees, 2442 m. Die betreffenden Daten werden in einer folgenden Tabelle Platz finden. Reife Exemplare von *C. serrulatus* fieng ich am 1. Juni 1895 unter dem Eis des Lünersees.

Auf die weitgehende Austrocknungsfähigkeit der Cyclopiden weist die von Schmeil und Vosseler näher berührte Thatsache hin, dass in kleineren Tümpeln, Gräben, Teichen, die längere Zeit vollständig und bis auf grosse Tiefe trocken lagen, Copepoden nach stärkeren Regengüssen sehr rasch und massenhaft wieder erscheinen. An Import aus fortwährend belebten Gewässern ist in diesen Fällen nicht zu denken; vielmehr müssen die Cyclopiden die Trockenzeit an ihrem Wohnorte selbst überdauern. Schmeil gelang es experimentell, aus noch etwas feuchtem Schlamm Cyclopiden aufzuziehen, und Claus schliesst, ebenfalls auf Versuche gestützt, dass bei *Cyclops* nicht das Ei, sondern die Larve und das Geschlechtstier die Trockenperioden überdauere. Schmeils Experimenten diente vorzüglich *C. strenuus*.

Die grosse Widerstandsfähigkeit gegen extreme äussere Einflüsse erlaubt es der Gattung *Cyclops*, jede Quantität und Qualität des süssen Wassers zu bewohnen. Bevorzugt werden stehende und langsam fliessende Gewässer. Aber auch ein und dieselbe

Digitized by Google

Art erweist sich in ihren Ansprüchen als sehr elastisch. So leben z. B. die meisten als pelagische Formen bekannten Species auch littoral und in den kleinsten Gräben und Pfützen.

Der grossen Anpassungsfähigkeit an die verschiedensten äusseren Bedingungen verdanken die meisten *Cyclops*-Arten eine ungemein weite, gleichmässige, ja sehr oft kosmopolitische Verbreitung. Treffliche Beispiele werden uns in dieser Richtung *Cyclops strenuus, C. leuckarti, C. serrulatus, C. fimbriatus* und andere bieten. Dabei bleibt allerdings nicht ausgeschlossen, dass in sich naheliegenden, ja untereinander in Verbindung stehenden Gewässern die Artvertretung der Gattung *Cyclops* eine wesentlich verschiedene ist.

Mit dem Auftreten derselben Species in physikalisch und chemisch sehr verschieden gestellten Gewässern hängt die weitgehende Neigung zu Varietätenbildung zusammen. Immerhin werden wir erfahren, dass die verschiedenen *Cyclops*-Arten sich dieser Neigung in sehr verschiedenem Grad hingeben.

Ueber die Vertretung, sowie die vertikale und horizontale Verbreitung der Gattung *Cyclops* in den Hochalpen kann ich nach fremder, besonders aber nach eigener Erfahrung folgende Tabellen aufstellen:

Cyclops in den Hochalpen.

Name	Zahl der Fundorte	m	Höchster Fundort
1. Cyclops strenuus Fischer .	38	2686	Unterer See von Orny
2. C. oithonoides Sars . . .	1	1800	Lac du Pontet
3. C. vernalis Fischer . . .	5	2313	Gafiensee
4. C. viridis Fischer . . .	1	2075	Lac du Lautaret (Briançon)
5. C. bicuspidatus Claus . .	1	2300	Tümpel am Lac de l'Ascension
6. C. diaphanus Fischer . .	2	2300	Lac sans nom (Briançon)
7. C. fuscus Jurine	2	1800	Lac du Pontet (Briançon)
8. C. albidus Jurine	4	2381	Schwarzsee (Graue Hörner)
9. C. fimbriatus Fischer . .	6	2686	Unterer See von Orny
10. C. affinis Sars (?)	1	1460	Lac de Champex
11. C. serrulatus Fischer . .	30	2456	See bei Punta nera
12. C. phaleratus Koch . .	1	1796	Silsersee

Die horizontale Verbreitung von *Cyclops* ergiebt sich am besten aus der faunistischen Gegenüberstellung einiger gut untersuchter, hochalpiner Lokalitäten.

Digitized by Google

Alpen bei Briançon	St. Bernhard	St. Gotthard	Rhätikon
—	C. strenuus **2686**	C. strenuus **2513**	C. strenuus **2313**
C. oithonoides **1800**	—	—	—
—	—	—	C. vernalis **2313**
C. viridis **2075**	—	—	—
C. bicuspidatus **2300**	—	—	—
C. diaphanus **2300**	—	—	—
C. fuscus **1800**	—	—	—
—	—	—	C. albidus **1874**
—	C. fimbriatus **2686**	C. fimbriatus **2200**	C. fimbriatus **1943**
—	C. affinis **1460**	—	—
C. serrulatus **2450**	C. serrulatus **2445**	C. serrulatus **2456**	C. serrulatus **2189**

Die fett gedruckten Zahlen bezeichnen die oberste Verbreitungsgrenze in dem betreffenden Gebiet.

Nicht näher bestimmte Angehörige des Genus *Cyclops* wurden von Imhof in sehr zahlreichen hochgelegenen Wasserbecken Graubündens, bis zu 2780 m, angetroffen. Auch Asper und Heuscher berichten von ähnlichen Funden in manchen Seen bis zu 2400 m.

In andern Hochgebirgen steigen ungefähr dieselben *Cyclops*-Arten, wie in den Alpen, zu bedeutenden Höhen empor. Darüber mögen die Angaben Wierzejskis und v. Dadays über die Fauna der Tátraseen, und diejenigen Richards über die Crustaceen der Wasserbecken des Kaukasus aufklären.

Cyclopiden der Hohen Tátra und des Kaukasus.

Hohe Tátra	Ob. Grenze m	Kaukasus	Ob. Grenze m
Cyclops strenuus Fischer . . .	2019	C. strenuus Fischer . . .	**1800-2000**
—		C. oithonoides Sars . . .	**Bei Tiflis**
C. vernalis Fischer	2019	—	

Digitized by Google

Hohe Tátra	Ob. Grenze m	Kaukasus	Ob. Grenze m
—		C. bisetosus Rehberg. . .	**Bei Tiflis**
C. viridis Jurine	1966	C. viridis Jurine	**1800-2000**
—		C. leuckarti Claus	**Bei Tiflis**
—		C. albidus Jurine	**1800-2000**
C. serrulatus Fischer	2019	C. serrulatus Fischer . . .	**1800-2000**

Am polnischen und ungarischen Abhang der Hohen Tátra besteht, nach den angeführten Autoren, die Cyclopidenfauna aus denselben vier Arten.

C. strenuus und *C. serrulatus* treten in der grossen Mehrzahl der Seen mit geradezu erstaunlicher Regelmässigkeit auf; auch die beiden andern Species geniessen weiteste Verbreitung. Ein faunistischer Unterschied mit den Hochalpen existiert in Bezug auf Vertretung der Gattung *Cyclops* nicht.

Aber auch im eigentlichen Kaukasus zählt die Cyclopidenfauna nur Elemente, welche gleichzeitig hoch in die Alpen emporsteigen; denn *C. leuckarti* und *C. bisetosus*, der erstere ein ungemein weitverbreiteter Kosmopolit, der zweite wohl eine nordische Form, bleiben in der Thalsohle bei Tiflis zurück.

Aus den Seen der Pyrenäen von 1500—2215 m Höhenlage kennen wir, durch die Bestimmungen de Guernes und Richards, *Cyclops strenuus*.

Auch die Hochseen Nordamerikas beherbergen, oft in beträchtlicher Menge, die Cyclopiden europäischer Gebirgsgewässer. Als die gewöhnlichsten Bergformen nennt Forbes *C. bicuspidatus*, *C. viridis*, *C. serrulatus* und *C. albidus*. Die zwei letztgenannten Arten leben z. B. im sehr hochgelegenen Crater-lake des Kaskadengebirgs.

Alle diese Beispiele sprechen für die weitgehende Gleichartigkeit der Cyclopidenfauna von Hochgebirgen. Diese Fauna setzt sich aus zwei Teilen zusammen, aus Kosmopoliten und aus nordischen Elementen.

Zu den allgemein verbreiteten Formen gehören wohl *Cyclops serrulatus*, *C. albidus*, *C. fimbriatus*, *C. phaleratus*, *C. affinis*, *C. diaphanus*, *C. oithonoides* und *C. viridis*.

C. serrulatus ist in Deutschland und Frankreich wohl die gemeinste *Cyclops*-Art. Die Angaben von Claus, Schmeil und Richard decken sich in dieser Richtung vollkommen. Der letztgenannte Autor fand das Tier sogar in einer Schwefelquelle bei Enghien. Der Krebs gehört aber auch nach allen Zeugnissen zu den gewöhnlichsten Formen der Seen Nordamerikas. Er verbreitet sich weit nach Osten und Norden: die Shetlandsinseln, die schottischen Lochs, Finnland, Russland, die Faroer, Island, Grönland, Sibirien, Janaland, das nördlichste Norwegen sind als seine Heimat genannt worden. Nicht minder häufig bewohnt er aber den Süden. Nach Barrois' Angaben nenne ich den See Yamonêh in Syrien, der bei ca. 1400 m Höhe liegt, nach Richard Südamerika, die Canaren und den Senegal.*) In den Gewässern der europäischen Mittel-

*) v. Daday fand *C. serrulatus* in Ceylon. Viele Autoren citieren ihn von den Azoren.

Digitized by Google

gebirge, Eifel, Vogesen, Ardennen, Böhmerwald, Riesengebirge und der Voralpen — Lac de Flaine. 1411 m, und Lac de Gers, 1555 m, in Savoyen — spielt *C. serrulatus* eine grosse Rolle. Die vorangehenden Tabellen haben ihn aber auch als konstanten Bewohner aller Hochgebirge genannt. Besonders in den Alpen fehlt er nirgends.

Fuhrmann verfolgte ihn in acht Seen des Kantons Tessin bis zu 2450 m; Blanchard und Richard melden ihn ebenso häufig aus den französischen Alpen. Auch dort und am St. Bernhard steigt er über 2400 m Höhe. Im Rhätikon fand ich den Copepoden allgemein verbreitet: in warmen, kleinen Tümpeln ebensowohl, als im grossen, kalten Lünersee, im seichten schlammigen Weiher von Garschina, wie im Felsenbecken von Partnun und in der eiskalten Quelle am Fusse der Kirchlispitzen. Im Lünersee tummelte er sich, mit Eiern beladen, unter der Eisdecke. Je nach der Beschaffenheit des Wohnortes, See, Tümpel oder Quelle, trat *C. serrulatus* im Rhätikon pelagisch oder litoral auf. Trotz der grossen Variabilität der Art lässt sich eine Alpenform von *C. serrulatus* nicht erkennen. Schmeil weist wohl mit Recht Bradys var. *montana* von der Hand.

Sehr weite Gebiete scheint auch *C. albidus* zu besetzen. Abgesehen von seinem recht häufigen Auftreten in Frankreich, Deutschland und der Schweiz, lebt der Copepode in Nord- und Südamerika und in Sibirien. Er bevölkert die Seen Schottlands, der Eifel und des Riesengebirgs und steigt, wie gezeigt wurde, in die Hochgebirge empor. Im Gebiet der Grauen Hörner fand ihn Heuscher in drei Wasserbecken von 1902–2381 m. Auch in den Algen des Partnunersees fehlt er nicht, 1874 m. Dagegen macht *C. albidus* in der Tátra an tieferer Stelle Halt.

Vollkommen kosmopolitisch ist *C. fimbriatus;* in Europa scheint er überall, wenn auch nicht häufig, vorzukommen. Im Norden fanden ihn de Guerne und Richard, Scourfield, Scott und Duthie auf den Shetlandsinseln, in Schottland, Island, Grönland, Sibirien, Russland. Er bevölkert Nord- und Südamerika und erreicht die Azoren, die Canaren und nach Poppe und Mrázek die Gegend von Zanzibar.*) Im Gebiet des Gotthard, des St. Bernhard und im Lünersee erhebt sich *C. fimbriatus* zu bedeutender Höhe. Aeusseren Einflüssen leistet das Tier zähen Widerstand. So beobachtete Richard sein Vorkommen in konzentriertem Mineralwasser von St. Marguerite (Puy de Dôme). Seine Organisation erlaubt es *C. fimbriatus,* auf fester Unterlage zu kriechen und sogar ein amphibisches Leben in kleinsten Flüssigkeitsmengen und auf dem trockenen Erdreich zu führen.

Die Fähigkeit, sich auf festem Untergrunde vorwärts zu bewegen, teilt *C. fimbriatus* mit den verwandten Formen *C. phaleratus* und *C. affinis.* Beide scheinen nur zerstreut, da und dort zu leben, und nur an einzelnen Stellen erheben sie sich bis zu mässiger Höhe der Alpen.

*) v. Daday meldet *C. fimbriatus* und *C. phaleratus* aus Ceylon.

Digitized by Google

Zu den sporadisch auftretenden, aber weit verbreiteten Arten gehört offenbar auch *C. diaphanus*, dessen Wohnbezirk von Sibirien bis nach den Azoren und Canaren und bis in die Hochseen Friauls, nach Lorenzi, und der französischen Alpen bei Briançon, 2200—2350 m, reicht.

Als Kosmopolit endlich, dessen Vorkommen in Bergseen kaum auffallen kann, verdient *C. oithonoides* Erwähnung. Sein Vorkommen wird unter anderem berichtet aus Norwegen, Nordamerika und Sibirien, aus Tonkin, vom Senegal, aus Haiti, von den Canaren und aus der Nähe von Kairo.

Auch die in Zentraleuropa so gemeine Form *C. viridis* dürfte Weltbürger sein. Wenigstens kennen wir das Tier durch Barrois aus Syrien, durch Moniez von den Azoren, durch Sars, de Guerne und Richard von zahlreichen Punkten des hohen Nordens, so von Island, den Faroer, aus Russland, Sibirien, Janaland, dem nördlichsten Norwegen, aus den Seen der Halbinsel Kola und von der Bäreninsel. Vielleicht überwiegt seine nordische Verbreitung. Der Copepode bevölkert auch die nordamerikanischen Gewässer. In den Alpen besitzt *C. viridis*, wie die Tabelle zeigte, eine bescheidene Verbreitung; er gehört auch der Hohen Tátra und dem Kaukasus an.

Während die genannten *Cyclops*-Arten Zeit und Gelegenheit gefunden haben, sich kosmopolitisch über den Erdball auszudehnen, beschränken sich andere mehr auf den Norden und auf Gebirgszüge, die nordische Bedingungen bieten. Sie bilden das zweite Element der *Cyclops*-Bevölkerung von Hochgebirgsseen. Hieher möchte ich mit aller Vorsicht *C. bicuspidatus*, *C. fuscus* und die Kaltwasserbewohner *C. vernalis* und *C. strenuus* rechnen.

C. bicuspidatus erwähnt Forbes als gemeine pelagische Species der grossen Seen Nordamerikas, aber auch als Bewohner zahlreicher Brunnen und Bäche. Die Form lebt auch da und dort in Frankreich und Deutschland; Scott kennt sie aus den schottischen Lochs, Scourfield aus Spitzbergen. Für die Alpen wiesen Blanchard und Richard das Tier bei 2300 m Höhe nach. Florentin fieng den Krebs in stark salzhaltigen Tümpeln Lothringens selbst mitten im Winter bei Gefriertemperatur.

Durch häufiges Auftreten in Mitteleuropa zeichnet sich *C. fuscus* aus. Nach Süden scheint er seltener, nach Norden häufiger zu werden. Von nordischen Stationen des Tiers nenne ich nach verschiedenen Autoren Janaland, Sibirien, die Shetlandsinseln, Schottland, die Provinz Nordland im nördlichsten Norwegen, Island und Grönland. In den Alpen konnte *C. fuscus* an zwei weit auseinanderliegenden Lokalitäten bis zu 1800 m verfolgt werden.

Eine eigentümliche faunistische und biologische Stellung scheint *C. vernalis* einzunehmen. Meine eigenen Erfahrungen liessen mich den Krebs im Gebiet der schweizerischen Hochebene als stenotherme Frühjahrs- und Winterform erkennen. Damit stimmen die Angaben Richards überein, der das Tier in Frankreich hauptsächlich im Frühling beobachtete. Dem stenothermen Charakter von *C. vernalis* entspricht das Vorkommen des Copepoden in den kalten Gebirgsgewässern des Rhätikon. Ich fand den Krebs dort

Digitized by Google

nicht nur in den vier grösseren Seen, sondern auch in den kleineren, kalten und öden Becken, dem Gafiensee und dem Seelein an den Kirchlispitzen. Ausserdem lebte er im Mieschbrunnen bei Partnun, einer Quelle von konstanter, sehr tiefer Temperatur. Aus Deutschland citiert Schmeil eine Reihe von Fundorten für *C. vernalis;* Scott fand ihn in Schottland, Stenroos im finnischen Nurmijärvi, Sars auf den neusibirischen Inseln. Der Beschränkung des Copepoden auf kaltes Wasser widersprechen nun aber Funde von Richard und von Poppe und Mrázek. Ersterer stellte die Gegenwart von *C. vernalis* für die Canaren, letztere für Ceylon fest.

Weitaus die grösste Bedeutung aber für die Fauna der Hochgebirge besitzt *Cyclops strenuus.* An Regelmässigkeit und Menge des Auftretens in hochalpinen Seen übertrifft er alle übrigen Cyclopiden. Er lässt in beiden Beziehungen sogar den Kosmopoliten *C. serrulatus* hinter sich zurück.

C. strenuus verdient den Namen einer Kaltwasserform. Seine Verbreitung im Norden ist eine sehr bedeutende. De Guerne und Richard bestimmten ihn aus Material, das in Sibirien, Nordland, Russland und Island gesammelt wurde. Im pelagischen Gebiet der Seen Imandra und Kolozero auf der Halbinsel Kola tummelt sich *C. strenuus* mit *C. viridis* und *Diaptomus gracilis.*

In norwegischen Gebirgsseen, die von Gletschern umgeben sind und bei 1200 bis 1500 m liegen, fand Sars den Copepoden ganz gewöhnlich in seiner pelagischen Varietät *scutifer.* Dieselbe Form wird uns als limnetische Gestalt an manchen Lokalitäten entgegentreten. Stenroos traf *C. strenuus* häufig in der Uferregion des Nurmijärvi und in zahlreichen Tümpeln; Scourfield erwähnt seine weite Verbreitung in Bergseen und Lachen von Nordwales; Scott lernte den Krebs als gewöhnlichste Copepodenart von Schottland und der Shetlandsinseln kennen.*)

Ganz gewöhnlich und oft in ungezählten Schaaren belebt *C. strenuus* die stehenden Gewässer, vom Tümpel und der Pfütze bis zum See, der europäischen Mittelgebirge. Ich nenne die Kraterseen der Eifel und der Auvergne, die Koppenteiche im Riesengebirge, die Seen des Böhmerwalds und des französischen und schweizerischen Juras, zwei Wasserbehälter auf dem Salève bei Genf und viele andere.

Doch fehlt er auch nicht der Ebene. Schmeil und Richard nennen ihn übereinstimmend einen der gemeinsten Copepoden. Aus Deutschland, Frankreich, Böhmen, der Schweiz werden zahlreichste Fundorte von *C. strenuus* gemeldet. Der Copepode verschmäht als Wohnort auch nicht schwach salzhaltiges Wasser; wenigstens konnte Lemmermann seine Gegenwart im Waterneverstorfer Binnensee konstatieren.

Ein biologisches Merkmal charakterisiert in hohem Grade den *Cyclops strenuus* der Gewässer der Ebene; er erreicht seine lebhafteste Entwicklungs- und Vermehrungs-

*) Die neueste Arbeit von Sars verzeichnet *C. strenuus* und *C. scutifer* aus den hochnordischen von der Jana-Expedition besuchten Gegenden

Digitized by Google

periode mitten im Winter, wenn sein heimatliches Element die tiefste Temperatur besitzt. Dadurch dokumentiert sich der Krebs als eigentlicher Kaltwasserbewohner. Schmeil bemerkt in dieser Richtung: „In der Ebene fällt die Hauptentwicklungszeit unserer Art sicher mit den kälteren Monaten des Jahres zusammen, und selbst unter dicker Eisdecke trifft man oft Individuen in fast unglaublichen Mengen an. Mit Anbruch der wärmeren Jahreszeit verschwinden die grossen Schaaren unseres Copepoden immer mehr; im Sommer findet man ihn da, wo er im Winter als dominierende Species auftrat, nur ausnahmsweise und zwar nur — soweit meine Beobachtungen reichen — in bedeutend schwächer gebauten Exemplaren."

Aehnlich spricht sich derselbe Verfasser in seinem grossen Copepodenwerk aus.

Ganz dieselben Beobachtungen machte Richard in Frankreich. Er fand *C. strenuus* unter dem Eis und in besonders grossen Mengen im ersten Frühjahr. Hieher gehören wohl auch die Beobachtungen von Frič, Hartwig und Nordquist, die sich auf das Vorkommen des uns beschäftigenden Copepoden unter der Eisdecke böhmischer Teiche, des Müggelsees und des Kallavesi beziehen.

Auch Stecks Untersuchungen am Moosseedorfsee im Kanton Bern zeigen recht deutlich, dass *C. strenuus* in kaltem Wasser am besten gedeiht. Im Frühjahr hielt sich der Krebs im litoralen Gebiet auf, mit der Steigerung der Wasserwärme aber wich er an die tiefsten und kältesten Stellen des Sees zurück. Eigene Erfahrungen über das massenhafte Auftreten unseres *Cyclops* in Seen der schweizerischen Hochebene während der Wintermonate würden dasselbe besagen. Im Katzensee überwiegt der Krebs im Februar; im Vierwaldstättersee erreicht seine Reproduktionsfähigkeit das Maximum in demselben Monat.

Sehr bezeichnend endlich für die uns interessierenden Verhältnisse sind Hofers Beobachtungen am Bodensee. Während dort *Diaptomus gracilis* und *Cyclops leuckarti* während des ganzen Jahres durch die ganze Wassermasse gleichmässig verteilt sind, verhält sich *C. strenuus* wesentlich anders. Er bevorzugt im Sommer die kalten und tiefen Schichten und belebt erst im Winter, nachdem die thermische Schichtung des Wassers aufgehört hat und die Temperatur überall 4° C. beträgt, gleichmässig verteilt alle Tiefen des Sees von der Oberfläche bis zum Grund.

Es darf nun nicht verhehlt werden, dass *C. strenuus* auch da und dort im Süden gefunden wurde; so von Barrois im syrischen Lac de Homs, von Richard in Portugal und von Blanchard bei Biskra. Dass *C. strenuus* bei seiner weitgehenden Bevorzugung tiefer oder glacialer Temperaturen ganz besonders geeignet sein wird, Hochgebirgsseen zu bevölkern, bedarf keiner besondern Erläuterung. Die Tabellen bewiesen seine ungemein ausgiebige horizontale und vertikale Verbreitung im Kaukasus, den Pyrenäen, der Tátra und besonders den Alpen.

Auffallend ist, dass Blanchard und Richard den Krebs in den höher gelegenen Gebirgsseen bei Briançon nur selten fanden. Dagegen tritt *C. strenuus* in grossen und

Digitized by Google

kleinen Wasserbecken des St. Bernhardgebiets stark hervor. Von 16 untersuchten Seen belebte er 13; er stieg bis in den öden Gletschersee von Orny, 2686 m, empor. Nirgends aber stellte er sich in so ungemessenen Scharen ein, wie im See beim Bernhardhospiz, 2445 m, zur Zeit unseres Besuches, 6. August 1894. *C. strenuus* setzte dort allein das Plankton zusammen; schon während des Tages war die Oberfläche von ihm erfüllt. Nach Anbruch der Nacht steigerte sich die Zahl der rotgefärbten, meistens jugendlichen Tiere ins Unglaubliche.

Fuhrmann traf den Krebs in den meisten Seen des Gotthardmassivs, Asper auf der Grimsel, Moniez in einigen Wasserbecken des Oberengadins, ich selbst im Muttsee am Kistenpass und im oberen See von Arosa.

Endlich muss seine Gegenwart in allen Seen des Rhätikon angegeben werden. In jenem Gebirgszug steigt er bis in das kalte Quellbecken des Gafiensees, 2313 m, und nimmt sehr lebhaften Anteil an der Zusammensetzung des Planktons in Partnun und ganz besonders im Lünersee.

In der Ebene, wie im Hochgebirge, nimmt *C. strenuus* doppelte Gestalt an, je nachdem er pelagisch grössere Wasserflächen bewohnt, oder in kleineren Behältern mehr litoralen Bedingungen unterworfen ist. Als eine echte Seevarietät des *C. strenuus* deutet Schmeil mit Recht den von Sars mit dem Namen *C. scutifer* belegten Krebs. Das Tier lebt, wie schon betont wurde, pelagisch in norwegischen Gletscherseen von 1200 bis 1500 m Höhenlage. Dort vertritt es oft allein die Gruppe der Copepoden. Weiter gegen Norden steigt es hinab bis in die Seen der Halbinsel Kola und Neusibiriens. Genau dieselbe Form kehrt nun im Lünersee an der Scesaplana, einem offenliegenden, tiefen und weit ausgedehnten Wasserbecken wieder, das dem pelagischen Leben jeden Vorschub leistet. Die Cyclopiden des Lünersees kennzeichnen sich gegenüber typischen Exemplaren von *C. strenuus* durch ihre bescheidenen Dimensionen, den schlanken Cephalothorax und die geringe Zahl der Eier, 1—6, welche die Eiballen zusammensetzen.

Im benachbarten See von Partnun und ganz besonders im Gafiensee behält dagegen *C. strenuus* die typische litorale Form bei. Es handelt sich um kräftige, grosse Tiere; die Ecken ihres vierten Cephalothorakalsegments treten weit hervor, ihre Eiballen setzen sich aus zahlreichen Eiern zusammen. Mit vollem Recht macht wohl Schmeil für die Variation von *C. strenuus* die verschiedenen äusseren Bedingungen der naheliegenden Gewässer verantwortlich. Der See von Partnun ist ein relativ kleines Wasserbecken, von mässiger Tiefe, das für pelagisches Leben bei weitem nicht dieselben günstigen Bedingungen bietet, wie der Lünersee. Ganz geringen Umfang und unbedeutende Tiefe vollends besitzt der Gafiensee. Seine Temperatur bleibt auch im Hochsommer eine niedrige — 7 bis 10° C. —, dem Gedeihen von *C. strenuus* günstige. Unter diesen ihm zusagenden Bedingungen behält der Krebs seine typische Gestalt bei, welche er im Lünersee einbüsst.

Auch Fuhrmann fand in den Seen des St. Gotthardgebiets beide Formen von

Digitized by Google

C. strenuus. Wieder beherbergten grössere und tiefere Wasserbecken kleinere, schlankere mit weniger Eiern beladene Individuen des Copepoden, als seichtere Weiher und Sümpfe.

Als pelagische Form muss auch der *Cyclops* aus dem See beim Hospiz des Grossen St. Bernhard angesehen werden. Er schiebt sich morphologisch zwischen den typischen *C. strenuus* und *C. scutifer* Sars ein. So erhält Schmeils Satz eine neue Stütze: „*C. strenuus* repräsentiert eine ganze Gruppe sehr nahestehender Formen, die artlich aber unmöglich von einander getrennt werden können, weil alle durch zahlreiche Uebergänge mit einander verbunden sind." Von pelagischen Varietäten des *C. strenuus* berichtet Burckhardt aus vielen Seen der Schweiz, Richard aus der Auvergne, Sars aus Norwegen, Frič aus Böhmen, Vosseler aus dem Bodensee. Auch in den Hochseen der Pyrenäen kommt eine Planktonform vor.

Die Cyclopiden der Hochalpen und besonders *C. strenuus* unterscheiden sich von ihren Artgenossen der Ebene im allgemeinen durch schmächtigeren Bau und durch etwas geringere Dimensionen. Diese Thatsache fiel schon Vernet auf; sie kann vielleicht auf den relativen Nahrungsmangel der bewohnten Gewässer und auf die lange Dauer des nahrungsarmen Alpenwinters zurückgeführt werden. So würden die Hochgebirgscyclopiden Kümmerformen darstellen, ebenso gut wie die Schnecken und Muscheln der Hochalpen.

Ein weitverbreitetes Merkmal von *C. strenuus* im Hochgebirge ist seine äusserst lebhafte Rotfärbung. Allerdings zeichnet dieselbe auch Cyclopiden der Ebene — *C. strenuus, C. insignis, C. phaleratus, C. serrulatus* — aus; doch tritt die Farbe im Gebirge viel regelmässiger und intensiver auf. Sie erstreckt sich nicht nur auf die litoral lebenden Tiere, sondern bekleidet auch, im Gegensatz zu den für die Ebene bekannten Verhältnissen, die pelagischen Cyclopiden und fehlt nach meiner Beobachtung zu keiner Jahreszeit. Ganz besonders prächtig rot erstrahlte *C. strenuus* im Lünersee, im See von Partnun und im Wasserbecken auf der Passhöhe des St. Bernhard. *Cyclops strenuus* gehört also mit den Diaptomiden, Hydren, gewissen Turbellarien, Ostracoden, Cladoceren und Harpacticiden in die Reihe der Tiere, welche mit ihrer Erhebung ins Gebirge ein lebhafter gefärbtes Kleid anziehen. Ueber die chemische Grundlage der Rotfärbung ist bei der Besprechung der Diaptomiden einiges mitgeteilt worden.

Lebhaft rot tingierte Schaaren von *C. strenuus* treten auch da und dort in der Ebene und im Mittelgebirge, Böhmerwald, Riesengebirge, Auvergne, auf.

Von besonderem Interesse wird es sein, die Frage nach der Fortpflanzung und dem Jahrescyclus von *C. strenuus* im Hochgebirge zu stellen. Bereits sind wir mit der auffallenden Thatsache bekannt geworden, dass der genannte Copepode des kalten Wassers sich in der Ebene im Winter, während die tiefsten Temperaturen herrschen, am ausgiebigsten vermehrt. So steht er im scharfen, biologischen Gegensatz zur Mehrzahl seiner Gattungsgenossen.

Für die Abschätzung des Verhaltens von *C. strenuus* in den Alpen stehen mir folgende Daten zu Gebot.

Digitized by Google

Cyclops strenuus im oberen See von Arosa, 1740 m.

Datum	Temp. °C.	Eisdicke cm	Zustand von C. strenuus.
9. November 1892 .	4,7	–	Häufig. In Fortpflanzung; viel Nauplii.
17. November 1892 .	3,8	—	Häufig. Viel Nauplii.
30. November 1892 .	2,2	10	Die Zahl der Individuen nimmt ab.
17. Dezember 1892 .	2,2	23	Die Zahl sinkt weiter. Junge selten.
5. Januar 1893 . .	0,5	45	Vereinzelte Individuen. Keine Nauplii.
28. Januar 1893 . .	0,2	60	Sehr seltene Individuen.
8. Februar 1893 . .	1,2	71	Mehrere reife Weibchen. Nauplii.
4. März 1893 . . .	0,1	60	?
24. April 1893 . . .	1,1	Eis löst sich	?
30. April 1893 . . .	6,1	Eisfrei	Zahlreiche Nauplii.
14. Mai 1893 . . .	11,8	—	Zahlreich, in lebhafter Fortpflanzung. Viel reife Weibchen.
2. Juni 1893 . . .	10,8	—	Ebenso.
28. Juni 1893 . . .	14,6	—	Sehr zahlreich, sehr viel Junge.
27. Sept. 86 (n. Imhof)	?	—	Zahlreich.

Damit mögen Beobachtungen aus anderen Teilen der Alpen verglichen werden.

Cyclops strenuus im Rhätikon.

Ort	Datum	Temp. °C.	Zustand von C. strenuus
Lünersee, 1943 m .	6.-9. Aug. 90	10-12	Zahlreich. Viel junge und unreife Tiere.
	21.-26. Juli 91	8,5-11,3	Sehr zahlreich, in starker Vermehrung begriffen.
	5. Okt. 91	8,5-9	Zahlreich. Viel Junge. Einzelne m. Eiern.
	23.-27. Juli 92	6,5-7,5	Zahlreich. In Fortpflanzung.
	24.-25. Aug. 93	12-14	Fehlt vollkommen.
	19. Juli 97	8,5	Sehr zahlreich. Alle Stadien. Viel Junge.
See von Partnun, 1874 m	23. Juli bis 3. Aug. 90	11-12	Sehr häufig. Fast ausschliesslich junge, vor letzter Häutung stehende Tiere.
	28. Juli bis 10. Aug. 91	8,3-10,5	Zahlreich, in Fortpflanzung.
	2. Okt. 91	8,75-9	Alte und junge Tiere.
	27. Dez. 91	2 Eisd. 50-60 cm	Meist erwachsen, doch ohne Eier. Auch junge Tiere.
	3. Aug. 92	9-10	Ziemlich zahlreich, in Vermehrung.
	27.-30. Aug. 93	9-13	Fehlt vollkommen.

Digitized by Google

Ort	Datum	Temp. °C.	Zustand von C. strenuus
See v. Tilisuna, 2102	31. Juli 90	13	Ziemlich zahlreich. Unreif.
	2.-10. Aug. 91	9,5-13,5	Ziemlich zahlreich, in Fortpflanzung.
	1. Okt. 91	9	Viel Junge.
	29. Aug. 93	12,5	Fehlt ganz.
See von Garschina. 2189 m	25. Juli 90	15	Zahlreich, aber unreif.
	3.-7. Aug. 91	11-12	In starker Vermehrung.
	3. Aug. 92	15	Ebenso.
	30. Aug. 93	15	Fehlt ganz.
Gafiensee, 2313 m .	8. Aug. 92	7,5	Ziemlich zahlreich, in Vermehrung.
	31. Aug. 93	10	Ebenso.
Tümpel bei Partnun, 1930 m	10. Aug. 91	14	Vereinzelt.
	29. Juli 92	14	Vereinzelt. In starker Vermehrung.

Cyclops strenuus im Hochgebirge.

Ort	Datum	Temp. °C.	Zustand von C. strenuus
Lac des ecuelles, Briançon, 2300 m	26. Sept. 89	—	Sehr gemein. Reif.
Lac obscur, Briançon, 2300 m	26. Sept. 89	—	Sehr selten. Reif.
See beim Bernhardhospiz, 2445 m	6. Aug. 94	11-12	In ungeheuren Mengen sich äusserst lebhaft fortpflanzend.
Unterer See auf d. Plateau de Cholaire, St.Bernh.2425	7. Aug. 94	11,25	In lebhafter Fortpflanzung.
See von Grand Lay, St. Bernhard, 2557	8. Aug. 94	11-12,5	In lebhafter Fortpflanzung.
Muttsee am Kistenpass, 2442 m	26. Juli 96	0,5 See z. Eis bedeckt	Junge Individuen ziemlich zahlreich.
Seen der Pyrenäen, 1500—2200 m	29. Aug. bis 1. Sept.	—	Ziemlich verbreitet; zum Teil gemein. Viel junge Tiere.
Goktschai (Kaukasus) 1800 m.	August	—	Gemein.

Frič fand im Schwarzen See des Böhmerwaldes in den Monaten Mai und Juni zahlreiche, lebhaft rot gefärbte Nauplien und Metanauplien, im August und September

Digitized by Google

massenhaft geschlechtsreife Tiere. Ende September herrschten in dem ca. 1000 m hoch gelegenen Wasserbecken wieder Nauplien von *C. strenuus* vor.

Die angeführten Zahlen sprechen deutlich dafür, dass der Jahrescyclus für *Cyclops strenuus* im Hochgebirge ganz anders abläuft, als in der Ebene.

Die Gewässer der Ebene bevölkert der Krebs massenhaft unter der winterlichen Eisdecke und im Frühjahr. Seine Vermehrungsepoche fällt in die kalte Jahreszeit. Sobald die Temperatur sich hebt, verschwindet der Copepode oder wird selten.

Im Hochgebirge dagegen scheint der Winter eine Verminderung der Individuenzahl und eine Herabsetzung der Fortpflanzungsthätigkeit für *C. strenuus* zu bringen. Vielleicht wird die Vermehrung für eine gewisse Zeit ganz eingestellt. Jedenfalls fällt die Epoche gewaltigster Fortpflanzung für die Gebirgsseen in die Sommermonate. Sie beginnt für tiefer gelegene, wärmere Becken der Gebirge im Mai und Juni und setzt in sehr hoch gelegenen, kalten Seen erst im Juli und August ein. Ueberall aber wird die Fortpflanzung am lebhaftesten bei einer Wassertemperatur, die sich in der engen Grenze von 4—12° C. bewegt. Dies tritt in der Ebene im Winter und Frühjahr, im Gebirge je nach Lage und Durchwärmungsverhältnissen des Gewässers vom Mai bis im August ein. Auch im Hochgebirge verschwindet *C. strenuus* bei länger andauernder erhöhter Temperatur. Er meidet im allgemeinen überhitzte Tümpel. Im Sommer 1893 hob sich im Rhätikon die Temperatur der Seen Ende August ziemlich beträchtlich und dauernd. Die Folge war, dass *C. strenuus* im ganzen Gebiet, das er sonst weitverbreitet besetzt, fehlte. Nur im kalt bleibenden Gafiensee war der Copepode nicht verschwunden.

So bekundet *C. strenuus* seinen stenothermen und gleichzeitig glacialen Charakter. Seinem Gedeihen entsprechen tiefe Temperaturen. In der Ebene gehört er desshalb der winterlichen Tierwelt an, im Gebirge dominiert er im Sommer, solange das ihn beherbergende Wasserbecken nicht ausgiebig durchwärmt ist. Er scheint dabei in höherem Grad stenotherm zu sein, als andere Bestandteile des hochalpinen Planktons, wie *Diaptomus bacillifer*, *D. denticornis* und *Daphnia longispina*. Für die Diaptomiden speziell haben die Tabellen des Kapitels über Centropagiden gezeigt, dass ihre Reife und Hauptvermehrung in die Grenzen einer Wassertemperatur von 5—20° C. fällt. Sie werden die Herrschaft im Plankton also über eine längere Zeit ausdehnen, als *C. strenuus*. *Diaptomus bacillifer* und *D. denticornis* pflanzen sich noch bei Temperaturen lebhaft fort, denen *C. strenuus* längst gewichen ist. Im übrigen zeigt aber der Lebenscyclus der beiden Diaptomiden und von *C. strenuus* in den Hochgebirgsgewässern auffallende Uebereinstimmung. In beiden Fällen tritt Verarmung an Individuen und Herabsetzung der Fortpflanzungsthätigkeit im Winter ein; in beiden Fällen erfüllen gewaltige Schaaren junger Tiere den eben von seiner Eisdecke befreiten See.

Der Jahrescyclus von *C. strenuus* im Hochgebirge verläuft nach ganz ähnlichen Gesetzen, wie derjenige verwandter Arten in der Ebene. Er charakterisiert sich durch

Digitized by Google

minimale Vertretungszahlen im Winter und durch Maxima im Sommer und ganz speziell durch sehr starke Vermehrung zu Beginn der warmen Jahreszeit.

Apsteins Beobachtungen über die Cyclopiden der holsteinischen Seen und besonders die Angaben von Birge über die diesbezüglichen Verhältnisse im Lake Mendota liefern die erwünschte Parallele.

In der Ebene aber verhält sich *C. strenuus* abweichend von seinen Gattungsgenossen. Sein Cyclus setzt sich dort aus winterlichen Maxima und sommerlichen Minima der Vertretung zusammen. Das legt den Gedanken nahe, dass der Entwicklungskreis im Hochgebirge der ursprüngliche oder normale sei, und würde gleichzeitig auf nordischen oder glacialen Ursprung von *C. strenuus* deuten. Der Copepode, ein echtes Kaltwassertier, hätte unter den glacial-winterlichen Bedingungen der Hochgebirge seine typische Lebensgeschichte beibehalten. In der Ebene aber wäre in dem Masse, als das Klima milder wurde, die Fortpflanzungszeit in den Winter, der in Bezug auf Temperatur dem glacialen Vorsommer entspricht, verlegt worden. So weicht heute die Entwicklungsbahn von *C. strenuus* im Flachland von derjenigen seiner Verwandten ab.

Am Gletscherrand, seiner ursprünglichen Heimat, blieb der Krebs normal, in der Ebene, die allmälig neue Bedingungen bot, erlitt der Modus seiner Vermehrung sekundär tiefgreifende Umänderung.

Die geographische Verbreitung von *C. strenuus*, sein nordisches und montanes Vorkommen und seine Eigenschaft als stenothermer Winterlaicher der Ebene, lassen uns den Copepoden mit vielem Recht als nordisch-glaciales Relikt erscheinen. Widerstandsfähig, wie alle Cyclopiden, wusste er den sich verändernden äusseren Bedingungen auch in der Ebene zu trotzen, indem er seine Fortpflanzung in den Winter verlegte.

Eine Reihe ähnlicher Erscheinungen hat in hübscher Weise Voigt zusammengestellt. Besonders fasst der genannte Autor, wie gezeigt wurde, *Planaria alpina* Dana, deren Fortpflanzung ebenfalls in den Winter fällt, und die in eigentümlicher Weise über unsere Hoch- und Mittelgebirge verbreitet ist, als Glacialrelikt auf. Ueber dieses Tier ist in einem früheren Kapitel — Turbellarien — ausführlicher gesprochen worden. Aber auch an andere Winterlaicher, *Hydra fusca*, viele Salmoniden, *Lota vulgaris*, und an Vejdovkys *Rhynchelmis limosella* würde in Bezug auf arktischen oder glacialen Ursprung zu denken sein. *Cyclops strenuus* steht somit nicht ohne Parallele da.

Eine weitere Eigenschaft scheint *C. strenuus* noch ganz besonders zum glacialen oder Hochalpentier zu stempeln. Es handelt sich um eine äusserst verkürzte Ovogenese und eine demgemäss beschleunigte Eiproduktion. Haecker hat zuerst auf diese Verhältnisse aufmerksam gemacht und betont, dass die Zusammendrängung der Fortpflanzungsperiode bei *C. strenuus* in ihren nachteiligen Folgen durch die rasche Aufeinanderfolge der Eigenerationen ausgeglichen werde. Perennierende Cyclopiden, die sich während des ganzen Jahres fortpflanzen, verfügen über eine verlängerte Ovogenese und Embryonalentwicklung; der stenotherme, ephemer auftretende und verschwindende *C. strenuus* dagegen, erzeugt

Digitized by Google

in kurzer Frist zahlreiche Sätze von sich rasch entwickelnden Eiern. So wird es ihm auch möglich, in knappem Zeitraum massenhaft See und Tümpel der Hochalpen zu bevölkern, wenn sich einmal die Temperatur in den engen, seinem Gedeihen zusagenden Grenzen bewegt.

Ganz ähnlich verhält sich, nach Haecker, die Gattung *Canthocamptus*, deren Vertreter wir hoch in den Alpen treffen werden.

Ueber die Fortpflanzungsperioden der übrigen *Cyclops*-Arten im Hochgebirge stehen mir nur wenige Notizen zu Gebot, die ich in folgende Uebersicht bringe.

Name	Ort und Meereshöhe	Datum der Fortpflanzung.
Cyclops serrulatus . .	Partnunsee, 1874 m	30. Juli bis Mitte August.
	Tümpel bei Partnun, 1930 m	2. Oktober.
	Lünersee, 1943 m	1. Juni.
		25. August.
	See an Kirchlispitzen, 2100 m	23. Juli.
		25. Juli.
		23. August.
	Garschinasee, 2189 m	3. August.
		7. August.
		30. August.
	Tümpel am Rellsthalsattel, 2100 m	24. August.
	Tilisunasee, 2102 m	29. August.
	Lac de la Madeleine, 1900 m	12. August.
	Lac rond, 2400 m	22. September.
	Lac sans nom, 2250 m	5. Oktober.
	Lac de l'Ascension, 2300 m	26. September.
	Unterer Lac de Fenêtre, 2420 m	5. August.
	St. Bernhardsee, 2445 m	6. August.
C. vernalis	Partnunsee, 1874 m	30. Juli.
		1. August.
	Lünersee, 1943 m	25. August.
	Garschinasee, 2189 m	3. August.
	See an Kirchlispitzen, 2100 m	23. Juli.
		25. Juli.
	Gafiensee, 2313 m	31. August.
	Tilisunasee, 2102 m	29. August.
C. albidus	Partnunsee, 1874 m	22. August.
C. fimbriatus	Lünersee, 1943 m	25. August.
	Unterer Lac de Fenêtre, 2420 m	5. August.
	Unterer See von Orny, 2686 m	3. August.

Digitized by Google

Name	Ort und Meereshöhe	Datum der Fortpflanzung
C. fuscus	Lac du Pontet, 1800 m	20. August.
C. oithonoides . . .	Lac du Pontet	20. August.
C. viridis	Lac du Lautaret, 2075 m	12. August.
C. diaphanus	Lac sans nom, 2250 m	5. Oktober.
	Lac du rosé, 2250 m	5. Oktober.
C. bicuspidatus . . .	Plateau de l'Alpavin, 2300 m	26. September.

Die Daten weisen auf rein normale Verhältnisse hin; sie zeigen für die meisten *Cyclops*-Arten der Alpen eine lebhafte Vermehrung im Hochsommer. Für einige Formen setzt sich die Vermehrung auch im Herbst fort.

In den Alpen wurde noch nicht gefunden der sehr hoch nach Norden sich verbreitende *Cyclops bisetosus* Rehberg. Er lebt, nach Richard, auf Spitzbergen; Scott beschreibt eine verwandte Form unter dem Namen *C. brucei* aus Tümpeln bei Cap Flora, Franzjosefsland. Sars fand den Cyclopiden unter dem Material der Janaexpedition.

Ergänzend mag bemerkt werden, dass nach Vejdovsky, Moniez u. a. *Cyclops fimbriatus* und *C. streuuus* der Brunnenfauna angehören. In den Höhlengewässern von St. Canzian fand Claus *C. bisetosus, C. bicuspidatus, C. vernalis* und *C. serrulatus*, in Cisternen erbeutete er auch *C. streuuus*. Schmeil fieng in der Magdalenengrotte, neben anderen Cyclopiden, *C. bisetosus, C. viridis, C. serrulatus*. Die Copepoden des Hochgebirgs passen sich also auch leicht an subterrane Bedingungen an.

17. Harpacticidae.

Ueber Harpacticiden des Hochgebirgs fliessen die Nachrichten erst in jüngster Zeit etwas reichlicher und zuverlässiger. Seitdem Schmeil die von mir im Rhätikon gesammelten Formen bearbeitete, wissen wir, dass alpine Gewässer eine Reihe zum Teil spezieller *Canthocamptus*-Arten beherbergen. Ueber diesen Bestandteil der Hochgebirgsfauna und über die ausseralpine Verbreitung der einzelnen Formen sollen die folgenden Notizen aufklären. Sie umschliessen, neben eigenen Aufzeichnungen, Mitteilungen von Blanchard, Richard, Moniez, Studer, Fuhrmann, Graeter, Schmeil, Scott, Duthie, Mrazek, Scourfield.

Name	Vorkommen	
	Alpin	Ausseralpin
1. Canthocamptus staphylinus Jurine	Silsersee, 1796 m Tümpel auf Plateau de Cristol, 2400—2500 m.	Gemeinste Art in Europa und Amerika. Genfersee bis 300 m tief.
2. C. minutus Claus .	Lac du Rosé, ca. 2250 m. Lünersee, 1943 m.	Genfersee bis 150 m tief. In Europa wahrscheinlich weit verbreitet. Sibirien. Janagebiet.

Digitized by Google

Name	Vorkommen Alpin	Ausseralpin
3. C. cuspidatus Schmeil	Mieschbrunnen, 1810 m. Lago Corrandoni, 2359 m. Lago di Punta nera, 2456 m.	Schottland. Shetlandsinseln.
4. C. rhaeticus Schmeil	Mieschbrunnen, 1810 m. Partnunsee, 1874 m. Bäche der Sulzfluh, 1900 m. Lünersee, 1943 m. Tilisunasee, 2102 m. Gafiensee, 2313 m.	Schottland.
5. C. zschokkei Schmeil	Lac de Champex (?), 1460 m. Mieschbrunnen, 1810 m. Partnunsee, 1874 m. Bäche der Sulzfluh, 1900 m. Garschinasee, 2189 m.	Schottland. Shetlandsinseln. Böhmen. Bei Göttingen.
6. C. echinatus Mrazek var. luenensis Schm.	Lünersee, 1943 m.	Böhmen (typische Form).
7. C. schmeilii Mrazek var. hamata Schm.	Lünersee, 1943 m.	Böhmen (typische Form). Schottland (typische Form.)
8. C. unisetiger Graet.	Tümpel bei Piora, 2106 m.	

Unbestimmte Vertreter der Harpacticiden fand Imhof im Gebiet der Bernina bis zu 2640 m, Fuhrmann am Südabhang der Gotthardgruppe bis zu 2513 m. Ich selbst verfolgte die Gattung *Canthocamptus* an zahlreichen Fundorten des Rhätikon bis zu 2300 m, und in mehreren Seen des St. Bernhardgebiets bis zu 2610 m. G. Burckhardt sammelte einen *Canthocamptus* noch im Val Duana (Graubünden) bei 2450 m und im See auf dem Band bei Cresta (Averserthal, 2580 m). Im kaukasischen Goktschai stellte Richard eine *Canthocamptus*-Art fest.

Vielleicht ist auch C. Vogts *Cyclopsine alpestris* ein Harpacticide. Claus hält dies für wahrscheinlich. Das Tier lebte in einem Schmelzwassertümpel am Aargletscher, 2500 m, und zeichnete sich durch lebhaft rote Färbung aus. Aus allem geht hervor, dass in sämtlichen Abschnitten der Hochalpen die Harpacticiden in die höchsten überhaupt noch bewohnten Wasseransammlungen emporsteigen. Nicht anders liegen die Verhältnisse in der Hohen Tátra.

Wierzejski meldet von dort *Canthocamptus staphylinus* Jur. und *C. minutus* Cls. bis zu 1652 m Höhe; v. Daday verdanken wir die folgenden Angaben:

C. staphylinus Jur.	in 5 Seen	bis 2019 m
C. minutus Cls.	in 13 Seen	bis 2019 m
C. tatricus Dad.	in 1 See	bis 1635 m
C. pygmaeus Sars	in 4 Seen	bis 2019 m

Digitized by Google

Für die grosse Resistenzkraft der *Canthocamptus*-Arten spricht, ausser ihrem Emporsteigen bis zur Grenze des ewigen Schnees, ihr Vordringen in den hohen Norden, Spitzbergen, und in bedeutende Tiefen der Seen des Flachlands und des Gebirgs.

Wie die vorhergehende Liste zeigte, umschliesst die Harpacticidenfauna der Hochalpen kaum ihr eigentümliche Arten. Höchstens Varietäten — *luenensis, hamata* — treten auf. *C. unisetiger* ist allerdings vorläufig bloss alpin bekannt, doch dürfte die Art gelegentlich, wie ihre nahen Verwandten *C. rhaeticus* und *C. cuspidatus*, auch ausserhalb der Alpen gefunden werden.

In Gebirgsgewässern treffen kosmopolitische und nordische Harpacticiden zusammen. Zu den erstern gehören *C. staphylinus* und *C. minutus*.

Nordischen Fundorten gehören an *C. cuspidatus, C. rhaeticus, C. zschokkei, C. echinatus* und *C. schmeilii*. Im hohen Norden scheinen überhaupt die Harpacticiden reiche Vertretung zu finden. Scourfield und Richard melden sie aus Spitzbergen, den Lofoten, Faroer, den Bären- und Barentsinseln. Von den beiden letztgenannten Lokalitäten und aus Spitzbergen beschreibt Richard die neue Art *Mesochra brucei*; vom Cap Flora auf Franzjosefsland erhielt Scott den schon aus Böhmen und Schottland bekannten *Maraenobiotus vejdovskyi* Mrazek.

Die Kosmopoliten bewohnen vorzugsweise die Seen des Hochgebirgs, zu denen ihnen der Weg durch passiven Import — Zugvögel — geöffnet wird; die nordischen Formen dagegen leben auch in raschfliessenden Bächen und kalten Quellen. Ihre Gesellschaft bilden dort zahlreiche nordisch-glaciale Relikte anderer Tiergruppen. Zusammensetzung und Verteilung der hochalpinen Harpacticidenfauna in fliessendem und stehendem Wasser deckt sich somit mit den entsprechenden Verhältnissen anderer Tierabteilungen. Die Bergbäche dürfen auch in diesem Fall als Rückzugsgebiet glacialer Tiere gelten.

Wie Centropagiden und Cyclopiden, so besitzen auch die Harpacticiden des Hochgebirgs die Fähigkeit, pflanzliche Farbstoffe, Carotine, zu erzeugen. Doch tritt diese Fähigkeit bei weitem nicht in demselben Umfang und in derselben Regelmässigkeit, wie bei den beiden erstgenannten Copepodengruppen, hervor.

Ueber die Resistenzkraft von Harpacticiden machte van Douwe jüngst eine Mitteilung, nach welcher *Canthocamptus northumbricus* Brady, den Winter in Trockenstarre überdauern kann.

18. Cladocera.

Einen sehr wesentlichen Anteil an der Zusammensetzung der Fauna von hochgelegenen Gebirgsseen nehmen, durch grosse Arten- und oft ungeheure Individuenzahlen, die Cladoceren. Imhof verfolgte Daphniden bis in Wasserbecken von 2680 m Höhe, Lynceiden bis zu 2470 m, während nach ihm die Bosminiden schon bei 2300 m Halt

Digitized by Google

machen. Auch Lutz fand, dass die Cladoceren in den Alpen die höchstgelegenen stehenden Gewässer besetzen, soweit dieselben nicht direkt schmelzenden Schnee- und Eismassen ihre Entstehung verdanken. Er macht auf die Aehnlichkeit der schweizerischen Cladocerenfauna mit derjenigen Skandinaviens und Dänemarks aufmerksam, eine Uebereinstimmung, die schon früher P. E. Müller aufgefallen war.

Nach den Angaben zahlreicher Autoren und nach eigenen Erfahrungen kann ich die horizontale und vertikale Verbreitung der Cladoceren in den Hochalpen in folgenden Tabellen ausdrücken.

Cladoceren in Seen über 1500 m Höhe.

	Name	Zahl der Fundorte	m	Höchster Fundort
1.	Sida crystallina O. F. M.	5	2300	Lac obscur (Briançon).
2.	Holopedium gibberum Zad.	1	2100	Gotthardsee.
3.	Daphnia longispina Leyd.	45	2610	Jardin du Valais.
4.	D. pennata O. F. M.	2	2560	Unterer See von Grand Lay.
5.	D. helvetica Sting.	2	2420	Unterer See a. Col de Fenêtre.
6.	D. zschokkei Sting.	2	2610	Jardin du Valais.
7.	D. pulex De Geer.	3	1943	Lünersee.
8.	D. obtusa Kurz	3	1800	Weite Alm.
9.	D. magna Leyd.	1	2200	Wangsersee.
10.	D. hyalina Leyd.	1	1696	Lac de Chavonnes.
11.	Simocephalus vetulus O. F. M.	11	2310	Albulasee.
12.	Scapholeberis mucronata O. F. M.	8	2350	Lac des moutières (Briançon).
13.	Sc. obtusa Schödler	4	2450	Bei Briançon.
14.	Ceriodaphnia pulchella Sars	4	2450	Bei Briançon.
15.	C. quadrangula O. F. M.	4	1460	Lac de Champex.
16.	Moina rectirostris Jurine	1	2450	Bei Briançon.
17.	Macrothrix hirsuticornis Norm. Brady	16	2470	Motta rotonda.
18.	Bosmina longispina Leydig	6	2100	Gotthardsee.
19.	B. longirostris O. F. M.	4	1460	Lac de Champex.
20.	B. coregoni var. dollfusi Moniez	8	2270	Oberer Splügensee.
21.	Eurycercus lamellatus O. F. M.	1	1794	Campfersee.
22.	Acroperus leucocephalus Koch	22	2610	Jardin du Valais.
23.	A. angustatus Sars	2	2453	Lago scuro (Gotthard).
24.	Alona quadrangularis O. F. M.	7	2640	Lej Sgrischus.
25.	A. oblonga P. E. M.	2	1796	Silsersee.
26.	A. testudinaria Fischer	1	1740	Oberer Arosasee.
27.	A. affinis Leydig	32	2570	Unt. See v. Drônaz (St. Bernh.)

Digitized by Google

Name	Zahl der Fundorte	m	Höchster Fundort
28. Alona costata O. F. M.	8	2500	Lac du Grand Charvia (Brianç.)
29. A. guttata Sars	4	2500	Lac du Grand Charvia (Brianç.)
30. A. rostrata Koch	6	2189	Garschinasee.
31. Pleuroxus excisus Fisch.	35	2620	Oberer See von Grand Lay.
32. P. exiguus Lillj.	3	2300	Lac noir (Briançon).
33. P. truncatus O. F. M.	1	2030	Weissenstein (Albula).
34. P. trigonellus O. F. M.	1	1930	Partnun-Tümpel.
35. Chydorus sphaericus O. F. M. . . .	67	2610	Jardin du Valais.
36. Ch. globosus Baird.	1	1740	Oberer Arosasee.
37. Leydigia acanthocercoides Fisch. . .	1	2102	Tilisunasee.

Die in Gebirgsgewässern häufig auftretenden Cladoceren steigen gleichzeitig in die höchst gelegenen Wasserbecken empor. Dieselben Formen werden wir bald als ungemein weitverbreitete Kosmopoliten kennen lernen.

Ueber die gleichmässige Ausbreitung mancher Cladoceren durch den ganzen Alpenzug mag die folgende Zusammenstellung Auskunft geben.

Name	Alpen bei Briançon	St. Bernhard	St. Gotthard	Rhätikon
1. Sida crystallina O. F. M.	+	0	0	0
2. Daphnia pulex De Geer.	0	0	0	+
3. D. longispina Leydig	+	+	+	+
4. D. pennata O. F. M.	0	+	+	0
5. D. helvetica Sting.	0	+	+	0
6. D. zschokkei Sting.	0	+	0	0
7. Simocephalus vetulus O. F. M.	+	0	0	0
8. Scapholeberis mucronata O. F. M. . . .	+	0	0	0
9. S. obtusa Schödl.	+	0	+	0
10. Ceriodaphnia pulchella Sars	+	0	+	0
11. Moina rectirostris Jurine	+	0	0	0
12. Macrothrix hirsuticornis Norm. Brady. . .	+	0	0	+
13. Acroperus leucocephalus Koch	+	+	+	+
14. A. angustatus Sars	0	0	+	0
15. Alona quadrangularis O. F. M.	0	0	+	+
16. A. affinis Leydig	+	+	+	0
17. A. guttata Sars	+	0	+	0
18. A. costata Sars	+	0	0	+
19. A. rostrata Koch	0	0	0	+
20. Pleuroxus excisus Fisch.	+	+	+	+

Digitized by Google

Name	Alpen bei Briançon	St. Bernhard	St. Gotthard	Rhätikon
21. Pleuroxus exiguus Lillj.	+	0	0	+
22. P. trigonellus O. F. M.	0	0	0	+
23. Leydigia acanthocercoides Fisch.	0	0	0	+
24. Chydorus sphaericus O. F. M.	+	+	+	+
	15	8	12	12

In allen vier Gebieten kamen vor:	4 Species
In drei Gebieten:	1 „
In zwei Gebieten:	9 „
Nur in einem Gebiet:	10 „
	24 Species

Durch weitere faunistische Nachforschungen werden die Unterschiede zwischen den Gebieten vermindert werden. Immerhin scheinen gewisse Cladocerenformen nur in enger umschriebenen Bezirken aufzutreten.

Aus den Tabellen geht hervor, dass in den Hochalpen die Daphniden und ganz besonders die Lynceiden eine starke Vertretung finden. Von der erstgenannten Gruppe ist speziell das Genus *Daphnia* horizontal und vertikal weitverbreitet. Sein alpiner Hauptvertreter, *D. longispina*, tritt in den grösseren Gebirgsseen in gewaltigen pelagischen Massen auf — Partnunsee, Lünersee, mittlerer Lac de Fenêtre, unterer See von Drônaz. Das Tier lebt aber auch in kleinen Weihern — mittlerer See im Jardin du Valais — und in blossen Tümpeln — Pfütze bei Partnun. Aehnliche Beobachtungen machten Asper und Heuscher, die *D. longispina* in den seichten Becken der unteren Murgseen und des Thalalpsees ebensogut fanden, als in grossen und tiefen Becken der Ebene.

Als hochalpine Planktoncladoceren treten da und dort auch *D. pulex* (Lünersee) und *D. magna* (Wangsersee) auf.

Tiefer als die Daphniden machen *Sida* und *Holopedium*, sowie die Bosminiden Halt. Für *Bosmina* hat schon vor geraumer Zeit Imhof eine obere Verbreitungsgrenze von 2300 m angegeben; dieselbe ist durch neuere Forschungen nicht verrückt worden. An der Konstitution des Hochalpenplankton nimmt da und dort — Engadin, Arosasee — ein spezielle Hochgebirgsbosmine, *B. dollfusi*, ungemein regen Anteil. Typischer Schlammbewohner mancher Hochgebirgsgewässer ist *Macrothrix hirsuticornis*, zu ihr gesellen sich manche Lynceiden. Die an Arten und Individuen reiche Menge der Genera *Acroperus*, *Alona*, *Pleuroxus* und *Chydorus* gehört indessen auch im Gebirge zu der von Kurz aufgestellten Gruppe der Grundbewohner. Sie beleben grosse und kleine stehende Gewässer der Alpen, steigen bis in die höchstgelegenen Weiher und Pfützen und senken sich wohl auch in bedeutende Tiefen der Seen. So fieng ich im Lünersee *Alona rostrata* bis zu 100 m und *Chydorus sphaericus* bis zu 80 m Tiefe. Ganz kalte Schmelzwasserbehälter werden von den Lynceiden zumeist gemieden, dagegen fristen manche ihrer Arten das

Digitized by Google

Leben in Quellen (Mieschbrunnen bei Partnun, Quellen der Gepatschalp in Tirol). Immerhin halten einige Formen, *Chydorus sphaericus*, *Pleuroxus excisus*, recht tiefe Temperaturen aus (oberer See von Cholaire 6,25 ° C., See von Plan des Dames 7,5 ° C.).

Chydorus mengt sich auch in Hochgebirgsseen oft in zahlreichen Schwärmen unter die pelagische Tierwelt.

Nach oben nimmt die Zahl der Cladocerenarten nur sehr langsam und sprungweise ab. Günstige Verhältnisse bietende Wasserbecken können, trotz beträchtlicherer Höhenlage, eine quantitativ und qualitativ reichere Cladocerenfauna beherbergen, als tieferliegende Becken.

Dies mag sich aus dem Beispiel der Rhätikonseen, der Seen vom St. Gotthard und vom St. Bernhard ergeben.

See	Höhe m	Zahl der Cladoceren-Species	
1. Partnunsee	1874	7	Rhätikon.
2. Lünersee	1943	5	
3. Tilisunasee	2102	7	
4. Garschinasee	2189	6	
5. Gafiensee	2313	1	
6. Vierekersee	2316	0	
7. Todtalpsee	2340	0	
1. Lago Ritom	1829	6	St. Gotthard.
2. Lago Cadagno . . .	1921	6	
3. Lago di Alpe . . .	2018	2	
4. Lago Tom	2023	4	
5. Sümpfe von Piora . .	2100	4	
6. Sümpfe vom Piano porci	2200	5	
7. Lago Taneda	2293	2	
8. See am Passo dell'uomo	2302	6	
9. Lago Lisera	2344	1	
10. Lago Poncione negri .	2353	1	
11. Lago Pizzo columbe .	2375	4	
12. Lago Corrandoni . .	2395	3	
13. Lago Tenelin . . .	2450	0	
14. Lago scuro	2453	3	
15. Lago Punta nera . .	2456	4	
16. Lago dio Cadlimo . .	2513	1	
1. Lac de Fenêtre inf. .	2420	2	St. Bernhard.
2. Lac de Cholaire inf. .	2425	2	
3. See b. Bernhardhospiz	2445	3	
4. Lac de Cholaire sup. .	2498	1	

Digitized by Google

Name	Höhe m	Zahl der Cladoceren-Species	
5. Lac de Fenêtre moyen . .	2500	4	St. Bernhard.
6. Lac de Fenêtre sup. . . .	2510	0	
7. Lac de Grand Lay inf. . .	2560	5	
8. Lac de Drônaz inf. . . .	2570	4	
9. Lac du Plan des Dames . .	2600	1	
10. Jardin du Valais I . . .	2610	3	
11. Jardin du Valais II . . .	2610	4	
12. Jardin du Valais III . . .	2610	1	
13. Lac de Grand Lay sup. . .	2620	1	
14. Lac de Drônaz sup. . . .	2630	0	
15. Lac d'Orny inf.	2686	0	
16. Lac d'Orny sup.	2820	0	

Bei Briançon erheben sich, nach Blanchard und Richard, mehrere Cladoceren bis zu 2500 m (Lac du Grand Charvia). Imhof fischte im Lej Sgrischus, 2640 m, noch *Alona quadrangularis*, im Furtschellas, 2680 m, eine *Daphnia*.

In jedem Gebirgszug scheinen zuletzt in einer gewissen Höhe die Existenzbedingungen für Cladoceren allzu ungünstig zu werden. Diese Grenze des Cladocerenlebens liegt in verschiedenen Abschnitten der Alpen verschieden hoch. In der weniger mächtigen Nebenkette des Rhätikon erlischt das Cladocerenleben bei ca. 2300 m, im gewaltigen St. Bernhardmassiv erst über 2600 m.

Am höchsten steigt relativ überall diejenige Cladocere, welche dem ausgesprochensten Kosmopolitismus huldigt, *Chydorus sphaericus* (Rhätikon, 2313 m, St. Gotthard, 2513 m, St. Bernhard, 2610 m, Alpen bei Briançon, 2500 m).

Ihm folgen auf dem Fuss die in Gebirge und Ebene so weit verbreiteten Formen: *Daphnia longispina*, *Acroperus leucocephalus*, *Alona affinis*, *A. quadrangularis*, *Pleuroxus excisus*. Sie erreichen oder überschreiten die Quote von 2600 m.

Ueber die Cladocerenfauna der Seen der Hohen Tátra liefern Wierzejski und v. Daday wertvolle Notizen. Ihre Angaben fasse ich in folgender Tabelle zusammen.

Cladoceren der Hohen Tátra. (Seen von 1131—2019 m.)

Name	Höchster Fundort m
1. Holopedium gibberum Zad.	**1795**
2. Daphnia pulex De Geer.	**1143**
3. D. obtusa Kurz	**1645**
4. D. pennata O. F. M.	**1996**
5. D. longispina Leyd.	**1610**

Digitized by Google

Name	Höchster Fundort m
6. Daphnia helvetica Sting.	?
7. D. zschokkei Sting.	?
8. D. caudata Sars	2019
9. D. magna Leyd.	1597
10. Daphnella brachyura Liévin.	2006
11. Simocephalus vetulus O. F. M. . . .	1516
12. S. exspinosus Koch	1131
13. Scapholeberis mucronata O. F. M. . .	1226
14. Ceriodaphnia pulchella Sars	1610
15. C. rotunda Sars	1606
16. Bosmina longirostris O. F. M.	2006
17. Macrothrix hirsuticornis Norm. Brad. .	2006
18. Streblocerus minutus Sars	1606
19. Acantholeberis curvirostris O. F. M. .	1226
20. Eurycercus lamellatus O. F. M. . . .	1796
21. Camptocercus macrurus Schödl. . . .	1131
22. Acroperus leucocephalus Koch . . .	2019
23. Alona oblonga P. E. Müll.	1693
24. A. quadrangularis O. F. M.	2019
25. A. guttata Sars	1605
26. A. lineata Sars	1628
27. A. affinis Leydig	2019
28. Pleuroxus excisus Fisch.	2019
29. P. nanus Schödl.	1507
30. P. truncatus O. F. M.	1113
31. Chydorus sphaericus O. F. M.	2019
32. Chydorus punctatus Hellich.	1131
33. Ch. caelatus Schödl.	1597
34. Polyphemus pediculus De Geer. . . .	1796

In Seen über 1500 m Höhenlage beherbergen die Alpen 37, die Hohe Tátra 25 Cladoceren. Die stehenden Gewässer beider Gebirge bevölkern gemeinschaftlich 18 Species der uns beschäftigenden Entomostraken. Zu diesem Grundstock gesellen sich in der Tátra: *Daphnia caudata, Daphnella brachyura, Ceriodaphnia rotunda, Streblocerus minutus, Chydorus caelatus, Pleuroxus nanus* und besonders *Polyphemus pediculus.*

Die Cladocerenbevölkerung der Alpenseen dagegen charakterisiert sich durch *Sida crystallina, Daphnia hyalina, Moina rectirostris,* mehrere Formen von *Bosmina* und eine Reihe von Lynceiden.

Digitized by Google

Die grosse Uebereinstimmung zwischen der Fauna beider Lokalitäten lässt sich unschwer erkennen. Auch in der Hohen Tátra bevölkern die kosmopolitischen Formen nicht nur die meisten Seen, sondern steigen gleichzeitig bis an die höchste Grenze. Allen voran steht wieder, in Bezug auf horizontale und vertikale Ausdehnung seines Wohnbezirks, der Ubiquist *Chydorus sphaericus*. Ihm folgen manche Lynceiden, wie *Alona quadrangularis, A. affinis, Acroperus leucocephalus*, welche auch die kältesten Seen nicht scheuen. *Daphnia caudata* scheint in den Tátragewässern eine ähnliche Verbreitung zu geniessen, wie *D. longispina* in den Seen der Hochalpen. Im Flachland ist das Tier, nach Wierzejski, selten. Dasselbe gilt von *Polyphemus pediculus*. Auch *Macrothrix hirsuticornis* soll nur dem Gebirge angehören. Montan weit verbreitet ist *Holopedium gibberum*.

Von den 25 genannten Arten steigen in der Hohen Tátra 13 über 1700 m, 10 über 1900 m. v. Daday fand acht Cladocerenarten nur in je einem See; keine dieser wenig verbreiteten Formen übersteigt eine Höhe von 1606 m. Hochgelegene Wasserbecken beherbergen übrigens noch eine oft beträchtliche Zahl von Cladocerenspecies. So kennt v. Daday aus Seen von

1940 m	3 Arten	
1996 m	6 „	
1996 m	4 „	
2006 m	7 „	
2017 m	3 „	
2019 m	6 „	
2019 m	4 „	Cladoceren.

Von einem progressiven Rückschritt des Cladocerenreichtums nach oben kann somit in der Höhe von 2000 m noch nicht gesprochen werden.

Dem für die Alpen und die Hohe Tátra entworfenen faunistischen Bild sehen die die Verhältnisse ähnlich, welche für die Vertretung und Verbreitung von Cladoceren in Gewässern anderer Gebirge gelten.

De Guerne und Richard erwähnen aus Hochseen der Pyrenäen:

Daphnia longispina Leydig	bis 2172 m
D. pulex de Geer	bis 2165 m
Alona affinis Leydig	bis 2215 m

Ueber die Cladoceren der stehenden Gewässer des Kaukasus unterrichten die Mitteilungen von Brandt und Richard. Die Fundorte liegen zum grössern Teil zwischen 1800 und 2000 m. Es ergibt sich folgende Liste:

Daphnia magna Leyd.
D. hyalina Leyd.
Simocephalus vetulus O. F. M.
Ceriodaphnia reticulata Jurine.

Digitized by Google

Moina macrocopus Robin.	*Pleuroxus personatus* Leydig.
Macrothrix spec.	*P. aduncus* Jurine.
Macrothrix hirsuticornis Norm. Brad.	*Chydorus sphaericus* O. F. M.
Alona affinis Leydig.	*Monospilus dispar* Sars.
A. guttata Sars.	*Leptodora hyalina* Lillj.
A. rostrata Koch.	*Bythotrephes longimanus* Leyd.

Die Hälfte dieser Formen gehört auch den Alpen und der Tátra an; andere finden dort ihre Vertretung durch nächstverwandte Arten. Auch in den Mittelgebirgen setzt sich die Cladocerenfauna immer wieder aus einem Grundstock überall vorkommender Species zusammen, dem sich von Ort zu Ort verschiedene, weniger allgemein verbreitete Formen beifügen. Ich verweise auf die in einem anderen Kapitel zu besprechende Fauna des Riesengebirgs.

In den Kraterseen der Auvergne fischte Richard u. a. *Alona affinis, Chydorus sphaericus, Acroperus leucocephalus, Daphnia longispina, Bosmina longirostris* und *Holopedium gibberum*, eine Form, die das Plankton von Gebirgsseen charakterisieren soll.

Die Gleichartigkeit der Cladocerenfauna von Hochgebirgen drückt ein allgemeineres Faktum aus: das der ungemein weiten, kosmopolitischen Verbreitung der Grosszahl von Cladoceren. Am besten wird darüber eine Tabelle aufklären, welche die hochnordischen Vertreter unserer Gruppe denjenigen von südlich gelegenen Fundorten gegenüberstellt.

Cladoceren aus:

Norden	Süden
Island, Faroer, Nördl. Norwegen, Lofoten, Grönland, Bäreninsel, Barentsinseln, Jan Mayen, Spitzbergen, nach Angaben von J. de Guerne, Richard, G. O. Sars.	Palästina, Syrien, Egypten, nach Angaben von Barrois, Richard.
—	Diaphanosoma brachyurum Sars.
Holopedium gibberum Zadd.	—
Sida crystallina O. F. M.	—
—	Daphnia magna Straus.
Daphnia pulex De Geer.	D. pulex de Geer.
D. longispina Leyd.	D. longispina Leyd.
D. rectispina Kroyer.	—
—	D. psittacea Baird.
—	D. atkinsoni Baird.
—	D. lumholtzi Sars.
—	D. galeata Sars.

Digitized by Google

Norden	Süden
D. pennata O. F. M.	—
Daphnella spec.	—
Simocephalus vetulus O. F. M.	S. vetulus O. F. M.
—	S. serrulatus Koch.
—	S. spec.
—	Moina brachiata Jurine.
—	M. rectirostris Jurine.
—	M. macrocopus Robin.
Scapholeberis mucronata O. F. M.	Scapholeberis mucronata O. F. M.
—	Ceriodaphnia reticulata Jurine.
—	C. rotunda Straus.
—	C. quadrangula O. F. M.
—	C. rigaudi Rich.
—	Bosmina cornuta Jurine.
—	B. longirostris O. F. M.
B. obtusirostris Sars.	—
B. arctica Lillj.	—
Macrothrix hirsuticornis Norm. Brad.	M. hirsuticornis Norm. Brad.
—	M. laticornis Jurine.
Eurycercus lamellatus O. F. M.	—
E. glacialis Lillj.	—
—	Camptocercus spec.
—	Leydigia acanthocercoides Fisch.
Ilyocriptus spec.	—
Alonopsis elongata Sars.	—
—	Alona cambouei De Guerne, Rich.
—	A. intermedia Sars.
A. affinis Leydig.	A. affinis Leydig.
A. testudinaria Fisch.	A. testudinaria Fisch.
A. guttata Sars.	A. guttata Sars.
—	Dunhevedia setigera Birge.
—	Pleuroxus trigonellus O. F. M.
—	P. aduncus Jurine.
—	P. barroisi Rich.
Pleuroxus excisus Fisch.	—
P. truncatus O. F. M.	—
P. nanus Schödl.	—
Acroperus leucocephalus Koch.	—

Digitized by Google

Norden	Süden
Chydorus sphaericus O. F. M.	Ch. sphaericus O. F. M.
—	Ch. letourneuxi Rich.
—	Monospilus tenuirostris Fisch.
Polyphemus pediculus L.	—
Bythotrephes longimanus Leyd.	—

Die Jana-Expedition lieferte, nach einer neuesten Arbeit von Sars, aus Janaland und Neusibirien folgende Cladoceren:

1. Daphnia pulex de Geer.
2. D. pulex var. tenebrosa Sars.
3. Simocephalus vetuloides Sars.
4. S. sibiricus Sars.
5. Scapholeberis mucronata, var. cornuta.
6. Bosmina obtusirostris var. arctica Sars.
7. Eurycercus lamellatus O. F. M.
8. Alona affinis Leydig.
9. Chydorus sphaericus O. F. M.
10. Polyphemus pediculus Leydig.

Die Aufzählung enthält manche Bestätigung für den kosmopolitischen Charakter zahlreicher Cladoceren.

In jüngster Zeit hat Linko eine 32 Arten umfassende Liste von Cladoceren aus dem westlichen Onegasee und aus der Umgebung der dort gelegenen Stadt Petrosawodsk veröffentlicht, die fast nur weitverbreitete Formen umschliesst.

Die Tabelle zählt aus dem Norden 25, aus dem Süden 37 Cladoceren auf. Von den nördlichen gehören 16 (= 66 %), von den südlichen 15 (= 40 %) gleichzeitig den Hochalpen an. Die faunistischen Beziehungen des grossen centraleuropäischen Gebirgszugs weisen also auch in Bezug auf Cladoceren eher nach Norden. Das bestätigen einige weitere Uebersichten. So bestimmte Richard aus dem nordfinnischen Enara-See und aus zwei arktischen Gewässern der Halbinsel Kola, dem Imandra und Kolozero, mehrere auch hochalpin verbreitete Cladoceren. De Guerne und Richard kennen aus dem Norden von Russland und Sibirien unter 25 Cladoceren mindestens 14 Arten, die wir in der Liste der Hochalpenformen aufführten. Lorenzi fiel die Gegenwart einiger nordischen Cladoceren in den Alpenseen Friauls, 1434—1832 m, auf.

In den tabellarisch betrachteten nördlichen und südlichen Gebieten wurden neun gemeinsame Cladoceren-Species gesammelt. Sie heissen:

1. *Daphnia pulex* De Geer.
2. *D. longispina* Leydig.

Digitized by Google

3. *Simocephalus vetulus* O. F. M.
4. *Scapholeberis mucronata* O. F. M.
5. *Macrothrix hirsuticornis* Norm. Brady.
6. *Alona affinis* Leydig.
7. *A. testudinaria* Fisch.
8. *A. guttata* Sars.
9. *Chydorus sphaericus* O. F. M.

Alle diese neun Kosmopoliten gehören ohne Ausnahme auch der Fauna der Hochalpen an. Und noch mehr. Es sind, abgesehen von *A. testudinaria*, gerade diejenigen Cladoceren, welche die grösste Zahl der hochgelegenen Seen bevölkern und sich der Grenze des ewigen Schnees am meisten nähern.

Dieselbe kosmopolitische Entomostrakengesellschaft, welche die Gewässer des Nordens, der Hochgebirge, die Seen und Tümpel Syriens, Palästinas und Egyptens belebt, kehrt auf isolierten, vulkanischen Inselgruppen wieder. Barrois, Moniez, de Guerne, Richard sammelten auf den Azoren u. a.

Daphnia pennata O. F. M.
D. pulex De Geer.
Simocephalus exspinosus Koch.
Alona affinis Leyd.
A. testudinaria Fisch.
A. costata Sars.
A. quadrangularis O. F. M.
Pleuroxus nanus Baird.
Chydorus sphaericus O. F. M.
Leydigia acanthocercoides Fisch.

Aus Material von den Canaren bestimmte Richard *Daphnia magna* Straus, *D. obtusa* Kurz, *Ceriodaphnia quadrangula* O. F. M., *Moina rectirostris* O. F. M. und den unvermeidlichen *Chydorus sphaericus*. Alle diese Krebse der Azoren und Canaren bevölkern die Schmelzwasserseen der Alpen ebensogut, als die Kraterseen und die kleinen künstlichen Wasserbehälter der genannten vulkanischen Inselgruppen.

Aus Ceylon kennen wir durch v. Daday neben sehr vielen Lokalformen folgende kosmopolitische Cladoceren:

Chydorus sphaericus, *Pleuroxus excisus*, *Alona testudinaria*, *Alona acanthocercoides*, *Ceriodaphnia mucronata*, *Leptodora kindti*, *Daphnia galeata*, *Scapholeberis mucronata*.

Die meisten dieser Formen traten uns in den europäischen Hochgebirgen entgegen.

Unterirdisch leben, nach Moniez und Vejdóvsky, unter andern *Daphnia pennata*, *Pleuroxus truncatus* und *Chydorus sphaericus*.

Um die ungemein weite Verbreitung der uns von so verschiedenen Lokalitäten bekannt gewordenen Cladoceren noch treffender zu illustrieren, seien eine Reihe faunistischer Daten nach den Arbeiten von Barrois, Blanchard, de Guerne, Richard, Moniez, Poppe, Mrázek, v. Daday, Weltner, Hartwig, Lemmermann, Stenroos, Levan-

Digitized by Google

der, **Birge**, **Reighard**, **Garbini**, **Stingelin**, **Ward**, **Eylmann**, **Scott**, **Sourfield** und vielen andern Autoren zusammengestellt.

Daphnia pulex verbreitet sich durch Nord- und Südamerika und ist in ganz Europa gemein. Auch *D. longispina* bevölkert mit ihren zahlreichen Varietäten die Gewässer verschiedensten Umfangs aller Zonen. Besonders häufig tritt sie im Norden — Shetlandsinseln, Finnland, Norwegen — auf; doch spielt sie in französischen, holländischen, deutschen Wasserbecken ebenfalls eine grosse Rolle und kehrt in Nebraska wieder. Dort lebt die Daphnie in Gesellschaft von *Bosmina longirostris*. *Macrothrix hirsuticornis* verdient kaum den Titel „Gebirgsform", den ihr noch Stingelin beilegte. Wir kennen sie jetzt, nach Frič und Richard, aus böhmischen und französischen Teichen, von den Shetlandsinseln und aus der Gegend von Biskra.

Im nordamerikanischen Lake St. Clair leben unter andern *Simocephalus vetulus*, *Alona affinis*, *Eurycercus lamellatus*, *Acroperus leucocephalus*. Auch *Alona costata*, *Alona lineata*, *A. quadrangularis*, *A. guttata* und *A. testudinaria* gehören Nordamerika an. *Alona guttata* und *A. rostrata* wurden durch Stuhlmann in Ostafrika gesammelt; *Leydigia acanthocercoides* hat gleichzeitig Bürgerrecht in Ceylon und Südamerika.

Wenn so die Lynceiden mit vollstem Recht Anspruch auf die Bezeichnung Kosmopoliten erheben, so darf als die gemeinste Form unter ihnen *Chydorus sphaericus* genannt werden. Dies betonte schon sehr richtig Leydig; und alle neueren faunistischen Untersuchungen konnten sein Urteil nur ausdrücklich bestätigen. Der kleine Krebs bewohnt stehendes und fliessendes Wasser von der allerverschiedensten Quantität und Qualität. Er lebt sowohl frei pelagisch, als limicol. Wir haben ihn bereits in den Hochgebirgen, im hohen Norden, auf isolierten vulkanischen Inseln, in Syrien und Egypten angetroffen. *Ch. sphaericus* fehlt nirgends in Europa und kommt überdies vor in ganz Nordamerika, in Südgeorgien, in Ostafrika, am Senegal, im Titicacasee, in Argentinien, Ceylon u. s. w. Vojdövsky und Moniez fanden den Krebs auch in subterranen Gewässern. Kaum ein Süsswasserbewohner wird *Ch. sphaericus* an kosmopolitischer Ausbreitung gleichkommen.

Das Auftreten derselben Cladoceren in Gewässern von sehr verschiedener Breiten- und Höhenlage setzt bei diesen Crustaceen einen hohen Grad von Eurythermie voraus. Dazu gesellt sich in hervorragendem Masse die Fähigkeit, in Wasser von recht verschiedenem Salzgehalt zu leben.

Aus den Salzsümpfen von Biskra fischten Blanchard und Richard *Daphnia magna* und *Macrothrix hirsuticornis*; *Chydorus sphaericus* traf Levander im Seewasser. Eurhyalin ist auch *Bosmina longirostris*, die Lemmermann im salzigen Waterneverstorfersee fand.

Endlich mag noch erwähnt werden, dass einige der Hochgebirgs-Cladoceren in die grösseren Tiefen der in der Ebene gelegenen Seen hinabsteigen.

Digitized by Google

Forel und Duplessis verzeichnen als Tiefenbewohner des Léman *Eurycercus lamellatus*, *Alona quadrangularis* und einige andere. Nordquist verfolgte im Ladogasee *Alona oblonga* bis zu 124 m Tiefe.

Eine grosse Zahl von Cladoceren erweisen sich somit als äusserst resistent gegen äussere Einflüsse. Ihr kosmopolitisches Vorkommen, auf das in neuerer Zeit besonders Eylmann, Stingelin und Hartwig hingewiesen haben, erklärt sich leicht aus der Fähigkeit, sich den verschiedensten biologischen Bedingungen anzuschmiegen. Mit Recht erwartet Hartwig, dass fortgesetzte, faunistische Arbeit den bekannten Verbreitungskreis mancher Entomostraken, und speziell der Cladoceren, bedeutend erweitern werde.

Dass die resistenten Cladoceren sich in grosser Zahl auch den so eigentümlichen Verhältnissen von Hochgebirgsseen anpassen, darf nicht verwundern. Ausser ihrer biologischen Schmiegsamkeit erlaubt diesen Crustaceen ihre Fähigkeit Dauereier zu bilden, ausgiebige Einbürgerung in den Wasserbecken der Alpen. Polycyclischen Cladoceren, die im Jahreslauf wiederholt Dauereier zu bilden imstande sind, entsprechen die Hochgebirgsbedingungen besonders gut.

Die Liste der Hochgebirgscladoceren dürfte bald Veränderungen erfahren, nicht nur durch Entdeckung neuer Alpenbewohner, sondern ganz speziell auch durch Streichung mancher bis jetzt als spezifisch selbständig betrachteter Formen.

Eine Reihe neuer Arbeiten zeigt, dass die Cladoceren in hohem Grade lokalen Variationen ausgesetzt sind und dass ferner im Laufe eines Jahres ein und dieselbe Species an ein und demselben Fundort eine polymorphe Reihe sehr abweichender Gestalten in ihren sich folgenden Generationen durchlaufen kann. Bereits sind manche Arten als blosse durch lokale und temporale Variation erzeugte Formen erkannt worden. Sie haben ihre Speciesberechtigung eingebüsst.

So bewies Stingelin den Zusammenhang von *Daphnia pulex* De Geer und *D. pennata* O. F. M. Letztere stellt nur die aus den überwinterten Dauereiern hervorgehende Frühlingsform der ersteren dar. Hartwig bestätigte die Auffassung Stingelins; gleichzeitig betonte er die weitgehende Variabilität von *D. magna* Straus, und *D. longispina* Leydig. Zu letzterer gehören, nach Stingelin, ausser zahlreichen anderen Formen, als Lokalvarietäten *D. dentifera* Forbes und *D. dentata* Matile. Auch Scott fiel in Schottland die Lokalvariation der Daphnien auf.

Für Hyalodaphnien und Bosminen beschrieb Zacharias weitgehende Saisonvariation. Noch eingehender über den Polymorphismus derselben Cladoceren sprach sich Stenroos aus. Stingelin legte Variationsverhältnisse bei *Simocephalus* und *Ceriodaphnia* dar und wies auf die durch Saisonpolymorphismus bedingte Zusammengehörigkeit von *Bosmina cornuta* und *B. longirostris*, die von Steuer bestätigt wurde, hin. Zu ähnlichen Schlüssen gelangte jüngst Amberg.

In ausgiebiger Weise beschäftigte sich in neuester Zeit G. Burckhardt mit der lokalen und temporalen Variation der Cladoceren. Zahlreiche Formen führt er auf

Digitized by Google

D. hyalina Leydig, *D. longispina* O. F. M., *D. cucullata* Sars, zurück. Zu den in eine Art zusammenfallenden *D. hyalina* und *D. galeata* zählen nicht weniger als 25 verschiedene, durch Uebergänge verbundene Lokal- und Temporalvarietäten.

Alle Bosminen aber lassen sich in zwei Arten einreihen: *B. longirostris* O. F. M., mit vielen Variationen, und *B. coregoni* Baird, die in jedem See eine charakteristische Lokalform erzeugt. Diese alle treten zu einer kontinuierlichen, von *B. longispina* Leyd. zu *B. coregoni* Bd. führenden Reihe zusammen.

Dadurch bestätigt Burckhardt Weismanns Voraussicht. Der Freiburger Zoologe nahm an, dass gerade die Bosminiden eine Fülle von Lokalracen ausgeprägt haben müssen, da ihnen die wesentlichsten Mittel passiver Uebertragung, die Dauereier in der Mehrzahl der Fälle fehlen und so die Möglichkeit einer Vermischung der isolierten Kolonien beinahe ganz ausgeschlossen erscheint. Dass eine so variationsfähige Gruppe, wie diejenige der Cladoceren, unter dem Drucke hochalpiner Bedingungen Gebirgsformen hervorbringt, kann nicht überraschen.

In den Alpenseen Friauls, 1400—1800 m, bildet *D. longispina*, nach Lorenzis Angaben, zwei Varietäten, *D. ventricosa* Hellich und *D. tellinii* nov. spec.

Eine Parallele dazu stellen zwei alpine Daphnien dar, die Stingelin aus Hochseen des St. Bernhard beschrieb. Beide wurden in der Hohen Tátra wieder gefunden, die eine, *D. helvetica*, auch im Gebiet des St. Gotthard. Die zwei Alpendaphnien sind nahe verwandt mit *D. pennata* O. F. M. Die eine speziell *(D. zschokkei)* schiebt sich zwischen die kammtragenden limicolen Formen *(D. pulex* und *D. pennata)* und die kammlosen, pelagischen Arten *(D. paludicola* Hellich und *D. caudata* Sars) ein.

So liegt die Versuchung nahe genug, *D. helvetica* und *D. zschokkei* als Varietäten einer andern Art, oder vielleicht als Glieder einer temporal- oder lokalpolymorphen Reihe anzusprechen. Auch Wierzejski war geneigt, die beiden alpinen Cladoceren mit *D. pennata* in nähere Beziehung zu bringen.

Die grosse Aehnlichkeit mit *D. pennata*, die selbst nur eine Frühlingsform von *D. pulex* ist, drückt den beiden Daphnien des grossen St. Bernhard den Stempel von Winter- oder Frühjahrscladoceren auf. Die bedeutende Grösse, die Breite und starke Wölbung der Schale, die Lage das Caudalstachels dürften, nach dem was Steuer unter allem Vorbehalt über Frühjahrsgenerationen von Daphnien sagt, *D. helvetica* und *D. zschokkei* ebenfalls in die Reihe der Frühlingsformen rücken. Beide wurden aber in Seen von 2400—2600 m Höhe mitten im Sommer (August) gefangen. Auch die Frühlingsform von *D. pulex*, *D. pennata*, fand sich in Wasserbecken von 2500 m im August (St. Bernhard, St. Gotthard). So gewinnt die Ansicht an Wahrscheinlichkeit, dass die Frühlingsdaphnien der Ebene in den Alpen Hochsommerformen werden. Gleichzeitig öffnen sich für das Studium des Saisonpolymorphismus bei Cladoceren neue, fruchtbringende Gesichtspunkte. Jüngst hat sich auch Burckhardt dahin ausgesprochen, dass *Daphnia longispina* zahlreiche hochalpine Formen bildet, die durch plumpen Bau und dorsalwärts

Digitized by Google

gerichtete Spina ein gemeinsames Gepräge erhalten. So lebt eine Varietät im Klönthalersee. Eine andere aus dem Engstlensee, 1800 m, steht *D. zschokkei* nahe. Burckhardt giebt ihr den Namen nov. var. *sphaerica*.

Von der Gattung *Bosmina* bewohnt eine Varietätenreihe der *B. coregoni* Baird die Hochgebirgsseen, in jedem Wasserbecken spezielle Formen erzeugend. Die Form des Silsersees hat Moniez als *B. dollfusi* beschrieben. Ihr kommt diejenige aus dem benachbarten St. Moritzersee nahe, ohne mit ihr indessen identisch zu sein. An beide schliesst sich eng die Bosmine des Arosasees an. Auch die Vertreter von *Bosmina* aus dem Titisee im Schwarzwald sind mit *B. dollfusi* nahe verwandt. *B. coregoni* Baird (= *longispina* Leydig) liefert also eine Fülle von Gebirgsvarietäten. Burckhardt fasst die Gebirgsformen von *B. coregoni* als „Dollfusigruppe“ zusammen. Er unterscheidet die var. *stingelini* aus dem Titisee, var. *zschokkei* aus dem oberen Arosasee und var. *dollfusi* aus drei Seen des Oberengadins. Den Lej Cavloccio und die beiden Splügenseen beleben ähnliche Formen.

Bosmina zeigt in Gebirgsseen manchmal jene prächtig rote Färbung, die auch andere Bewohner hochgelegener Wasserbecken auszeichnet. (Copepoden, Hydren, Turbellarien etc.). Dieselbe Erscheinung beobachteten Frič und Vávra an *B. bohemica* des Böhmerwaldes.

Typisch für Cladoceren hochgelegener Gewässer ist die Verkürzung ihres Caudalstachels. Dies fiel P. E. Müller an den Bosminen des St. Moritzersees auf. Auch die neuen Daphnien des St. Bernhards besitzen nur einen kurzen Schalenstachel. De Kervé führt die allmälig eintretende Rückbildung des Stachels bei *D. schaefferi* auf ungünstige Ernährungsverhältnisse zurück. Dieselbe Erklärung mag auch für die Bewohner der Hochgebirgsseen gelten.

Von grossem Interesse wird es sein, die Periodicität der Cladoceren im Hochgebirge zu verfolgen und ein besonderes Augenmerk auf das Datum des Auftretens der Männchen und der Ausbildung der Dauereier zu werfen. Dazu bieten uns folgende Formen einiges Beobachtungsmaterial: *Daphnia longispina* Leydig, *D. pulex* de Geer, *D. magna* Straus, *Simocephalus vetulus* O. F. M., *Scapholeberis mucronata* O. F. M., *Ceriodaphnia pulchella* Sars, *Macrothrix hirsuticornis* Norm. and Brady, *Bosmina coregoni* Baird. und eine Reihe von Lynceiden.

Periodicität von Daphnia longispina.

Es sei zunächst daran erinnert, dass die Cladocere in der Ebene, wie im Hochgebirge, pelagisch grössere Wasserbehälter bewohnt, aber auch in kleineren Weihern und Tümpeln nicht fehlt.

Zacharias rechnet *D. longispina* mit *Chydorus sphaericus* und *Bosmina longirostris* zum Teichplankton.

Das Tier scheint auch im Winter, an gewissen Lokalitäten wenigstens, aktiv lebend auszuharren, immerhin wohl unter sehr starker Herabsetzung seiner Individuen-

Digitized by Google

zahl. Heuscher traf *D. longispina* im Sempachersee häufig am 3. September, ziemlich zahlreich am 23. September, vereinzelt am 3. Dezember. Unter dem Eis der böhmischen Teiche beobachteten Frič und Vávra den Krebs, und auch im vom Eis geschlossenen Partnunsee hatten sich zur Weihnachtszeit 1891 einige seltene Exemplare gehalten. Dagegen gelang es mir nicht, die Daphnie während des Winters im obern Arosasee zu verfolgen. Von dort stammen folgende Daten.

Oberer Arosasee, 1740 m.

Datum	W'temp. °C.	Zustand von D. longispina.
9. November 1892	4,7	Häufig. Nur ♀ ohne Eier.
17. November 1892	3,8	Sehr häufig. Alles eierlose ♀.
30. November 1892	2,2	Ziemlich zahlreich. ♀ ohne Eier.
17. Dezember 1892	2,2	Mässig häufig, wenige mit Sommereiern.
5. Januar 1893	0,5	Fehlt ganz.
28. Januar 1893	0,2	Fehlt ganz.
8. Februar 1893	1,2	Fehlt ganz.
4. März 1893	0,0	Fehlt ganz.
24. April 1893	1,1	Vereinzelte Ephippien, keine Tiere.
30. April 1893	6,2	Ebenso.
14. Mai 1893	11,8	Ebenso.
2. Juni 1893	10,8	Einzelne junge, unreife Tiere.
28. Juni 1893	14,6	Ebenso. Einige mit Sommereiern.
27. Sept. 1886 (nach Imhof) .	?	Häufig.

Aus diesen Zahlen könnte auf eine sehr lang andauernde Winterruhe von *D. longispina* im Hochalpensee — Dezember bis Ende Mai — geschlossen werden. Damit mögen nun die Befunde aus dem Rhätikon verglichen werden.

Aus allen Notizen ergiebt sich, dass die Rhätikonseen Ende Juli und anfangs August in der Regel von ungeheuren Mengen von *D. longispina* belebt sind. Männchen fehlen; die Weibchen produzieren hauptsächlich Sommereier. Doch setzt schon in den ersten Augusttagen die Bildung von Ephippien ein. Als Daten massenhaften Auftretens und vorwiegender Produktion von Sommereiern notiere ich für den Lünersee, die Seen von Partnun, Tilisuna und Garschina den 25. Juli bis 8. August 1890. Ferner:

21. Juli 1891	Lünersee.
23. Juli 1891	Lünersee.
25. Juli 1891	Lünersee.
28. Juli 1891	Partnun.
30. Juli 1891	Partnun.

Digitized by Google

1. August 1892	Partnun.
3. August 1892	Partnun.
3. August 1892	Garschina.
6. August 1892	Tilisuna.

In dieser Zeit ausgiebiger parthenogenetischer Vermehrung meldet sich doch schon da und dort vereinzelte Bildung befruchtungsbedürftiger Eier. So im Lünersee am 21.—25. Juli 1891, in Partnun am 28.—30. Juli desselben Jahres.

Die Wintereibildung scheint in einem folgenden Zeitabschnitt allgemeiner zu werden. In jene Periode fallen die folgenden Beobachtungen:

Wintereibildung.

Tilisuna	2. Aug. 91.
Garschina	3. Aug. 91.
Garschina	7. Aug. 91.

Auch in der Zeit vom 1.—8. August 1892 wurde in Partnun, neben Sommerei-Zeugung, Ephippienbildung beobachtet.

In der zweiten Hälfte August scheint aus den abgelegten Wintereiern eine junge Generation von Daphnien hervorzugehen. Eitragende Tiere werden nun völlig vermisst. Dies konstatierte ich an folgenden Tagen und Lokalitäten:

24. August 1893	Lünersee.
28.—29. August 1893	Partnun.
29. August	Tilisuna.
30. August	Garschina.

Die leeren, ausgeschlüpften Wintereier bedeckten massenhaft das Seeufer.

Bis in den Oktober scheint nun wieder die Parthenogenesis die Herrschaft zu führen. Sie wird von neuem von der Ephippienbildung abgelöst, die die Dauerkeime für die lange Winterruhe hervorbringt. In diese Zeit fallen meine Beobachtungen vom 2. und 5. Oktober 1891 in Partnun und am Lünersee. Sommereier wurden damals keine gefunden, wohl aber im erstgenannten Wasserbecken Ephippien tragende Weibchen, im See an der Scesaplana unreife Weibchen und männliche Exemplare.

Im Dezember lebten unter der Eisdecke des Partnunsees sehr seltene Weibchen und Männchen.

Ganz ähnlich wie in den grossen Seen des Rhätikon, scheint sich der Jahrescyclus von *D. longispina* in einem seichten, kleinen Tümpel bei Partnun, 1930 m, abzuspielen.

Tümpel bei Partnun, 1930 m.

29. Juli 1892	♂ und ♀ von *D. longispina* massenhaft. Manche unreif, viele mit Sommereiern, viele mit Wintereiern. Viel abgestossene Ephippien.

Digitized by Google

10. Aug. 1891 Zahlreich. Meiste unreif oder mit Sommereiern, Wintereier selten.
28. Aug. 1893 Massenhaft. Nur Sommereier.
2. Okt. 1891 Massenhaft. ♂ und ♀. Keine Sommereier. Viel Ephippien.

Auch im warmen Weiher des Rhätikon durchläuft somit *D. longispina* zwei Perioden sexueller Fortpflanzung, die durch eine Epoche reger parthenogenetischer Vermehrung getrennt sind. Dem Wechsel beider Zeugungsformen scheinen in See und Tümpel ungefähr dieselben zeitlichen Grenzen gelegt zu sein.

Mit den Rhätikonbeobachtungen stehen diejenigen aus anderen Hochgebirgsgegenden im Einklang.

Daphnia longispina.

Ort	Datum	Höhe m		Autor.
See auf Plateau de Paris . .	6. Sept.	2350	Seltene Tiere. Viel Ephippien.	Blanchard und Richard.
Lac des Moutières	6. Sept.	2350	♀ und ♂ ziemlich gemein.	
Lac cristallin	6. Sept.	2350	Nur ♀.	
Lac Rond	22. Sept.	2450	Nur ♀.	
Tümpel auf Plateau de Cristol	22. Sept.	2450	Nur ♀.	
Lac Lauset	5. Okt.	2300	Weibchen. Ephippien sehr gem.	
Lac noir	5. Okt.	2300	Ebenso.	
Lac de Gimont	27. Sept. u. 5. Okt.	2400	Weibchen mit Ephippien.	
See auf Plateau de l'Alpavin .	26. Sept.	2300	Nur Weibchen.	
Lac des Ecuelles	26. Sept.	2300	Weibchen mit Ephippien sehr gemein.	
Lago Taneda	27. Juli	2293	D. longispina mit Wintereiern.	Fuhrmann.
Lago Pizzo dell' uomo . . .	27. Juli	2305	Zahlreich mit Sommereiern.	
Lago Pizzo columbe	30. Juli	2375	Ephippien.	
Lago di Alpe	30. Juli	2018	Zahlreich, in Ephippienbildung. Minorität noch mit Sommereiern.	
Lago Passo dell' uomo . . .	30. Juli	2302	♂ und ♂. Auch noch Sommereier.	
Oberster Murgsee	19. Sept.	1825	Massenhaft Ephippien.	Asper u.
Fählensee	27. Juli	1455	Massenhatt Ephippien.	Heuscher.

Nach allem lässt sich der Jahrescyclus von *D. longispina* im Hochgebirge etwa folgendermassen denken. Nach langer Ruhe gehen aus den überwinterten Dauereiern junge Tiere hervor, die sich parthenogenetisch vermehren und so der Species zur reichen quantitativen Entfaltung in den Seebecken verhelfen. Ende Juli und anfangs August

Digitized by Google

tritt eine erste Periode sexueller Fortpflanzung ein. Darauf folgen wieder parthenogenetische Generationen, bis anfangs Oktober die für den Winter bestimmten Ephippien entstehen. Die entwicklungsfähigen Dauerkeime traf ich zahlreich im Winter und Frühjahr unter dem Eis des Lünersees, des Partnunsees und der Tümpel beim Gotthardhospiz. Wenige Exemplare von *D. longispina* scheinen im Gebirge auch während der kalten Jahreszeit ihr Leben zu fristen. Die Beobachtungen von Fuhrmann beziehen sich auf die erste Sexualperiode, diejenigen von Blanchard und Richard auf die zweite. Der Jahrescyclus von *D. longispina* kehrt in den verschiedensten Gewässern der Alpen, unter heterogenen Bedingungen der Lage, Tiefe, Ausdehnung, Vegetation, Temperatur der Wasserbecken in ähnlichem Rhytmus wieder. Einzig das Ausschlüpfen der ersten Generation aus den überwinterten Dauerkeimen variiert zeitlich von Ort zu Ort und derselben Lokalität nach Gunst und Ungunst der Jahre. Dies bedingt auch Verschiebungen im Eintritt der beiden Sexualperioden.

Mit dem cyclischen Entwicklungsgang von *D. longispina* der Hochalpen stimmt die Lebensgeschichte derselben Species in der Ebene prinzipiell überein. Frič und Vávra fanden, dass die Cladocere in den böhmischen Teichen ebenfalls über zwei Sexualperioden verfügt, deren Eintreffen allerdings gewissen lokalen Variationen unterliegt. Im Unterpočernitzer Teich fiel die Ephippienbildung auf die Monate Juni und Oktober, im Gatterschlager Teich 1891 auf April oder Mai und Dezember. Hartwig sah *D. longispina* mit Ephippien im Schwielowsee am 10. Juni 1896. In seinen Untersuchungen gelangt Weismann dazu, *D. longispina* zwei Epochen sexueller Thätigkeit zuzuerkennen. Die erste fällt in den Juni, die zweite in den Raum zwischen 11. Oktober und 12. November. Beide behalten ihre Gültigkeit für die Hochalpen. Da dort das Leben etwas später erwacht als in der Ebene, wird die erste Periode der Ephippienbildung nach rückwärts, auf Ende Juli und Anfang August verlegt; der früher eintretenden Winterruhe im Gebirge entspricht es, wenn auch die für den Winter bestimmten Dauerkeime früher erzeugt werden, als im Flachland. (Anfangs Oktober.)

Die hochalpinen Bedingungen verkürzen die aktive Lebenszeit von *D. longispina*, ohne den Cyclus im Prinzip zu verändern.

Periodicität von Daphnia pulex De Geer.

Ueber *D. pulex* stelle ich nach eigenen und fremden Beobachtungen folgende Notizen zusammen:

Ort	Datum	Höhe m		Autor.
Lünersee	21.—23. Juli 91	1943	Massenhaft, in lebhafter Produktion von Sommereiern.	
	23.—27. Juli 92		Weniger zahlreich. Nur ♀ mit Sommereiern.	

Digitized by Google

Ort	Datum	Höhe m		Autor.
Lünersee	5.—8. Aug. 90		♂ und ♀. Die Wintereibildung beginnt.	
	24. Aug. 93		Junge Tiere ohne Eier.	
	5. Okt. 91		Häufig. Manche mit Ephippien. Keine mit Sommereiern.	
See von Caillaoaus (Pyrenäen)	31. Aug. 92	2165	♂ und ♀.	De Guerne et Rich.

Die *D. pulex* nahestehende Form, *D. zschokkei* Stingelin, war am 6. August 1894 im hochgelegenen See des Jardin du Valais, 2610 m, in Ephippienbildung begriffen.

Für *D. pulex* wies Weismann ebenfalls zwei Sexualperioden nach, die von Jahr zu Jahr in der Zeit ihres Eintritts in ziemlich weiten Grenzen schwanken. Die erste spielt sich vom Mai bis Juli, die zweite vom August bis November ab.

Die Befunde am Lünersee lassen sich unschwer in dieses Schema einfügen. Im August stellt sich die erste, im Oktober die zweite Ephippienbildung ein. Beide Sexualperioden rücken einander unter dem Drucke hochalpiner Bedingungen nahe, zwischen beide schieben sich parthenogenetische Geschlechterfolgen ein.

Auch Stingelin sah *D. pulex* des Basler Universitätshofs zweimal jährlich Dauereier bilden, im Juli bis Mitte August und, in beschränkterem Masse, im November. An anderen Lokalitäten traten die beiden Sexualperioden zu etwas verschiedener Zeit ein. Die Sexualepoche des Spätjahrs beobachtete schon Leydig.

Periodicität von D. magna Straus.

Ueber die Bildung der Dauereier von *D. magna* an alpinem Standort danken wir Heuscher einige Angaben. Im Wangsersee der grauen Hörner, wo der Krebs in pelagischer Häufigkeit lebt, erschienen Ephippien während mehrerer Beobachtungsjahre im August. 1890 war die Erzeugung von Dauerkeimen am 17.—18. August in vollem Gang. Am 3. August 1889 dagegen erbeutete Heuscher fast ausschliesslich Individuen, deren Brutraum mit 5—8 Sommereiern gefüllt war. Die Männchen fehlten; doch schickten sich bereits einzelne Weibchen zur Ephippienbildung an.

Damit steht im Einklang die Beobachtung Zacharias', der die Sexualperiode von *D. magna* im grossen Teich des Riesengebirgs, 1218 m, im Laufe des Monats August beobachtete. Bei Würzburg erscheinen die Dauerkeime, nach Leydig, im September.

Simocephalus vetulus O. F. M.

Ueber diese zähe nach Stingelin auch unter dem Eis ausdauernde Daphnide besitzen wir, in Bezug auf Lebenscyclus im Hochgebirge, einige Angaben von Blanchard und Richard. Vom 20. August bis 6. September fanden die genannten Autoren den Krebs in drei Seen der französischen Alpen, 1800—2300 m, in parthenogenetischer Fortpflanzung. Am 5. Oktober erbeuteten sie im Lac sans nom, ca. 2300 m, Ephippien tragende Weib-

Digitized by Google

chen. Weismann konnte auch für diese Art zwei Sexualperioden konstatieren. Die eine fällt in die Herbstmonate; ihr gehören die Beobachtungen Blanchards und Richards am See der französischen Hochalpen an. Die zweite Zeit zweigeschlechtlicher Vermehrung beobachtete Weismann in der Rheinebene bei Freiburg im Laufe des Monats Mai. Auf dieselbe Periode beziehen sich auch Angaben von Lutz und Stingelin über das Erscheinen von Ephippienträgern im April und Mai.

Scapholeberis mucronata O. F. M. durchläuft zwei Sexualperioden. Weismann verlegt dieselben auf Juni bis August und September bis November, Stingelin eine kleinere auf Ende Mai, eine grössere auf Mitte Oktober. Zwischen beide Epochen von Dauerbildung schiebt sich wohl die Beobachtung von Blanchard und Richard ein. Die französischen Forscher erbeuteten nämlich am 6. September in zwei Seen, von ca. 2350 m Höhe, nur parthenogenetische Weibchen von *Scapholeberis mucronata*. Nach Burckhardt wäre *S. mucronata* im Vierwaldstättersee monocyclisch. Sie fehlt im November bis Februar, erreicht ihre Maximalvertretung im Hochsommer und bildet Dauereier im Herbst.

Ceriodaphnia pulchella Sars.

Beobachtungen im Gebirge.

Ort	Datum	Höhe m		Autor
Seichter Sumpf bei Ritom . .	Ende Juli	1844	Viele ♂ und ♀, die letzteren fast alle mit Ephippien.	Fuhrm.
Lac du Pontet	20. Aug.	1800	Nur parthenogenetisch. Weibchen.	Rich.
Plateau de Cristol	22. Sept.	2450	Ebenso.	u.
Lac chaussé	5. Okt.	2400	Ebenso.	Blanch.

Für *C. pulchella* dürfen wir wohl, nach Stingelins bei Basel gemachten Beobachtungen, zwei Sexualperioden annehmen. Die eine tritt in Thätigkeit im Juni, die zweite im Oktober. Im Winter fehlt die Cladocere ebenso gut, wie *Scapholeberis mucronata*. Amberg und Fuhrmann bezeichnen den Krebs ebenfalls als reine Sommerform. Er bildet im Katzensee im Oktober Ephippien.

Auch die verwandte Form, *C. quadrangula* O. F. M., tritt, wie Weismann schreibt, zweimal in beiden Geschlechtern auf (Vorsommer oder Sommer und Herbst). Fuhrmann beobachtete bei Ritom offenbar die in den Alpen spät eintretende Sommer-Sexualperiode von *C. pulchella*.

Macrothrix hirsuticornis Norm. and Brady.

Den Pfützen- und Schlammbewohner *M. hirsuticornis* fand ich während mehrerer Jahre im Juli und August im Partnun-, Tilisuna- und Lünersee in Sommereibildung.

Digitized by Google

Auch im seichten Tümpel am Rellsthalsattel verhielt sich das Tier am 28. August 1893 nicht anders. In einigen Fällen aber traten Wintereier und Männchen von *Macrothrix* während des Monats August in den Rhätikongewässern auf. Am 5. Oktober und 26. September fanden **Blanchard** und **Richard** dieselbe Cladocere in französischen Alpenseen von ca. 2300 m in Parthenogenese, doch hatten sich in einem Wasserbecken, dem Lac sans nom, auch Männchen zahlreich eingestellt. Die gemachten Erfahrungen deuten für *M. hirsuticornis* auf einen polycyclischen Turnus. Darauf weisen auch die wenig zahlreichen Beobachtungen **Weismanns** an der verwandten *M. laticornis* Jurine hin.

Ueber *Moina rectirostris* Jurine, die **Weismann** als Typus der polycyclischen Cladoceren anführt, besitzen wir aus den Hochalpen eine einzige Beobachtung. **Blanchard** und **Richard** fanden beide Geschlechter des Tiers am 22. September auf dem Plateau de Cristol, 2400—2500 m.

Periodicität von Acroperus leucocephalus Koch.

See	Datum	Höhe m		Autor
Partnunsee	29. Juli 92	1874	Weibchen mit Sommereiern.	
	30. Juli 91		Ebenso.	
Tümpel bei Partnun	29. Juli 92	1930	Ohne Eier, oder mit Sommereiern.	
Partnunsee	1. Aug. 92	1892	Nur Sommereier.	
Tilisuna	2. Aug. 91	2102	Sommereier, einige seltene Wintereier.	Zschokke
Partnunsee	6. Aug. 91	1874	Nur Sommereier.	
Garschinasee	7. Aug. 91	2189	Einzelne Wintereier.	
Tilisuna	6. Aug. 92	2102	Ohne Eier oder mit Sommereiern.	
Partnun	28. Aug. 93	1874	Sommereier.	
Tilisunasee	29. Aug. 93	2102	Sommereier.	
Partnunsee	2. Okt. 91	1874	♀, ♂, Wintereier.	
Tümpel bei Partnun	2. Okt. 91	1930	Ebenso.	
Tilisuna	4. Okt. 91	2102	Ohne Eier.	
Lac rond	22. Sept.	ca.	Nur Weibchen.	Blanchard u.
2 Tümpel derselben Lokalität .	22. Sept.	2450	Ebenso.	Richard.

Die wenigen Notizen scheinen hinzudeuten auf eine erste schwache Periode der Dauerei-Erzeugung in den ersten Tagen des Monats August und eine zweite Epoche doppeltgeschlechtlicher Fortpflanzung im Oktober.

Weismann möchte, nach noch ungenügenden Beobachtungen, *A. leucocephalus* vorläufig als monocyclisch, mit einer einzigen in den Spätherbst fallenden Sexualperiode

Digitized by Google

ansehen. Die Aufzeichnungen aus dem Rhätikon aber scheinen die Cladocere in den Kreis der polycyclischen Formen zu rücken. Eine erste Ephippienbildung würde im Hochsommer vor sich gehen.

Ueber die Periodizität der Gattungen *Alona*, *Pleuroxus* und auch *Chydorus* liegen unsere Kenntnisse noch sehr im Argen. Wir wissen durch Weismann, dass von den hieher zählenden Cladoceren eigentliche Ephippien nicht gebildet werden. Ueber den Zeitpunkt der Ablage der Wintereier aber fehlen vollständige und zuverlässige Angaben noch vielfach.

Stingelin beobachtete bei folgenden Lynceiden zwei Sexualperioden:

Alona coronata	Juli und Oktober.
A. rostrata	Mai und Oktober.
Pleuroxus excisus	Juli und Oktober.
Pl. aduncus	Mai und Oktober.
Pl. truncatus	Juni und Oktober.

Im Winter vermehrten sich alle diese Formen durch Parthenogenese.

Nur eine Epoche der Dauereibildung fand unser Autor bei *Chydorus globosus* (Mai) und *Ch. sphaericus* (Juni). Die Chydoriden müssten sich demgemäss den monocyclischen Cladoceren anreihen. Das plötzliche Auftreten und Verschwinden ganzer Heere von *Chydorus*, von dem Stingelin wiederholt berichtet, scheint aber gegen monocyclischen Turnus zu sprechen.

Leydig fand im Sommer und Herbst von keiner der zahlreichen Arten von Lynceiden Männchen oder Dauereier.

Von *Pleuroxus trigonellus* O. F. M., *Alona testudinaria* Schödl., *Camptocercus rectirostris* Schödl., *Peracantha truncata* O. F. M., *Leydigia quadrangularis* Kurz kennt Weismann nur die Sexualperiode im Spätherbst; doch erlauben ihm die unzureichenden Beobachtungen nicht, eine Erzeugung von Dauereiern im Frühjahr oder Sommer in Abrede zu stellen. Bei allen diesen Formen erschienen die Männchen und Wintereier sehr spät, Ende Oktober und Anfang November. Von *Leydigia quadrangularis* sah Kurz Männchen im August und September, er erhielt sie aber auch im Frühjahr aus Eiern überwinterter Weibchen.

Besondere Mühe verursachte Weismann der winzige Kosmopolit *Chydorus sphaericus*, dessen Männchen schon Zenker entdeckte. Im Mai und Juni traf Weismann endlich Geschlechtsweibchen und Männchen von *Chydorus* in einem Sumpf der Rheinebene. Lorenzi beobachtete die Erzeugung von Dauereiern in Gewässern bei Udine vom Mai bis Juli. Kurz berichtet von einer Geschlechtsperiode derselben Art im November. *Ch. sphaericus* hätte somit als polycyclisch zu gelten.

Doch verdient dabei Weismanns Vermutung volle Beachtung, dass an gewissen günstigen Lokalitäten *Chydorus* die geschlechtliche Fortpflanzung vollkommen aufgegeben habe und acyclisch geworden sei, während unter weniger günstigen Bedingungen in

Digitized by Google

seinen Fortpflanzungsgang Sexualperioden sich einschieben. Der Freiburger Forscher verfolgte mit der grössten Aufmerksamkeit Kolonien der, wie wir wissen, sehr resistenten Cladocere. Es gelang ihm nicht, zu irgend einer Jahreszeit Männchen und Dauereier zu entdecken. Selbst mitten im Winter, bei tiefstem Thermometerstand, herrschte ausschliessliche Parthenogenesis.

Es mag daran erinnert werden, dass *Chydorus sphaericus* in Hochgebirgsseen — Arosa, Partnun, Lünersee — den Winter ebenfalls, und zwar parthenogenetisch, überdauert und dass das Tier nicht nur Grund- und Bodenbewohner von Seen und Tümpeln ist, sondern oft auch dem Plankton angehört. Für sein pelagisches Auftreten geben Zeugnis die Beobachtungen von Apstein, Lemmermann, Zacharias, Birge, Reighard, Steuer und andern.

Heuscher fand *Ch. sphaericus* mit *Alona quadrangularis* im Plankton des obersten Murgsees, 1825 m.

Im Plankton der holsteinischen Seen lebt *Chydorus sphaericus*, nach Apstein, zum Teil das ganze Jahr; vom Herbst bis gegen Februar und März wird der Entomostrake allmälig seltener. Der April bringt einen Zahlenaufschwung, der im Juni bis August zum Maximum führt. Auch Apstein nennt *Ch. sphaericus* acyclisch.

Birge verfolgte den Cyclus der Crustacee im Lake Mendota. Dort perenniert *Ch. sphaericus* ebenfalls. Sein Entwicklungsgang erleidet indessen von Jahr zu Jahr unter dem Drucke der sich verändernden Nahrungs- und Temperaturbedingungen sehr beträchtliche Verschiebungen.

Wie verhalten sich nun die Gattungen *Pleuroxus*, *Alona* und *Chydorus* im Hochgebirge.

Von vereinzelten Beobachtungen erwähne ich folgende:

Alona quadrangularis O. F. M. und *Leydigia acanthocercoides* Fisch. traf ich in den Rhätikongewässern im August 1889 in zweigeschlechtlicher Vermehrung. Sie sind wahrscheinlich polycyclisch. Wenigstens fand Kurz für *A. quadrangularis* Männchen auch im Frühjahr.

Name	Ort	Datum	Fortpflanzung.
1. Pleuroxus exiguus Lillj.	Lac noir bei Briançon, ca. 2300 m.	5. Okt.	Männchen u. Weibchen.
2. Alona guttata Sars. . .	Lac des Moutières bei Briançon, ca. 2350 m	6. Sept.	Parthenogenese.
	Lac du Grand Charvia, 2500 m	30. Aug.	Parthenogenese.
3. A. costata Sars. . . .	Arosasee, 1740 m	2. Juni	Parthenogenese.
		28. Juni	Ebenso.
	Lac du Grand Charvia, 2500 m.	27. Sept.	Ebenso.

Digitized by Google

Name	Ort	Datum	Fortpflanzung
A. costata Sars. . . .	Lac du Lauset, ca. 2300	5. Okt.	Männchen vorhanden.
	Arosasee, 1740 m	9. Nov.	Parthenogenese.
4. Chydorus globosus . .	Arosasee, 1740 m	9. Nov.	Parthenogenese.

Die unzusammenhängenden Notizen beweisen wenigstens, dass *P. exiguus* Lillj. und *Alona costata* Sars. im Hochgebirge nicht acyclisch sind. Im Oktober pflanzen sie sich bisexuell fort.

Für *A. costata* stehen uns ergänzende Beobachtungen aus dem Rhätikon zur Verfügung, die lauten wie folgt:

Alona costata im Rhätikon.

Ort	Datum	Fortpflanzung
Partnunsee, 1874 m	29. Juli und 1. Aug. 92	Parthenogenese. Einige aber mit Wintereiern.
Tümpel bei Partnun, 1930 m .	10. Aug. 91	Häufig mit Wintereiern.
	28. Aug. 93	Parthenogenese.
Partnunsee	28. Aug. 93	Ebenso.
Tümpel bei Partnun	2. Okt. 91	Männchen und Wintereier.

Die wenigen Daten genügen, um die polycyclische Natur von *A. costata* mit Sexualperioden im Sommer und im Herbst wahrscheinlich zu machen.

Pleuroxus excisus in den Alpen bei Briançon (Blanchard et Richard).

Daten der Bildung von Wintereiern.

Lac noir, ca. 2350 m	6. September
Tümpel bei Lac des Moutières, ca. 2350 m	6. September
Lac rond, ca. 2450 m	22. September
Tümpel in Nähe des Lac rond	22. September
Lac du Grand Charvia, 2500 m	30. August 27. September

In den französischen Alpen bringt also der Monat September für *P. excisus* Fisch. eine ziemlich allgemeine Sexualperiode.

Allerdings wurden in einer Reihe benachbarter Gewässer ungefähr gleichzeitig nur weibliche Exemplare des Krebses gefunden.

Digitized by Google

Die Beobachtungen über

Pleuroxus excisus im Rhätikon

weisen ebenfalls auf den Eintritt geschlechtlicher Fortpflanzung im Spätsommer.

Ort	Datum	Fortpflanzung
Tümpel bei Partnun, 1930 m .	29. Juli bis 1. Aug. 92	Parthenogenese, zum Teil aber auch Wintereier.
Partnunsee, 1874 m	1. Aug. 92	Zum Teil mit Wintereiern.
Partnunsee	28. Aug. 93	Einige mit Sommereiern, viele mit Wintereiern.

Stingelin meldet bekanntlich für *P. excisus* in der Ebene eine Sexualperiode für den Monat Juli. Unsere Tabellen zeigen sehr hübsch, dass dieselbe in den Gebirgsgewässern des Rhätikon auf den August, in den weit höher gelegenen Becken der französischen Alpen sogar auf den September zurückverlegt worden ist. Dazu bildet eine vollkommene Parallele die früher besprochene Verschiebung der Wintereibildung bei Daphnien der Hochgebirge.

Alona affinis Leydig.

Daten der Wintereierbildung in den französischen Alpen, nach Blanchard und Richard.

Ort	Höhe m	Datum
Plateau de Paris in Seen und mehreren Tümpeln	2350	6. Sept.
Lac du Grand Charvia	2500	27. Sept., 30. Aug.
Lac noir	2300	5. Okt.
Plateau de l'Alpavin	2300	26. Sept.
Flaque près du Lac de l'Ascension	2300	26. Sept.
Lac des Ecuelles	2300	26. Sept.

Die sexuelle Fortpflanzung scheint für *Alona affinis* im Hochgebirge im September einzusetzen. Die ersten Augusttage lieferten mir in fünf Seen des St. Bernhardgebiets, 2425—2570 m, nur parthenogenetische Weibchen der Cladocere. Auch Blanchard und Richard konstatierten am 20. August im Lac du Pontet, 1800 m, die Abwesenheit der Männchen.

Alona rostrata Koch.

Das Tier überwintert, wie mir das Material aus dem oberen Arosasee, 1740 m, und Partnunsee, 1874 m, zeigte, in einzelnen Exemplaren und stellt dabei die Parthenogenese nicht ein. Doch sind unter dem winterlichen Eis auch seine Wintereier nicht selten. Ich fand dieselben nicht nur in Arosa, sondern auch im noch geschlossenen Lünersee und, am 21. Mai 1893, in einem überfrorenen Tümpel der Gotthardpasshöhe.

Digitized by Google

Ueber den Eintritt der Dauereibildung des im Rhätikon verbreiteten Tiers lauten die Notizen wie folgt.

Ort	Datum	Fortpflanzung
Lünersee, 1943 m	22. Juli 91	Weibchen in Parthenogenese.
Alle Seen des Rhätikon . .	Ende Juli bis Anfang August 90	Meist parth. Weibchen, selten Wintereier.
Partnunsee, 1874 m	28.—31. Juli 91	Nur parth. Weibchen.
Partnunsee, 1874 m	1.—3. Aug. 92	Meist parth. Weibchen. Selten Dauereier.
Garschina, 2189 m	3. Aug. 92	Nur parth. Weibchen.
Tilisuna, 2102 m	2. Aug. 91	Meist parth. ♀. Einzelne ♂, und Dauereier.
Garschinasee, 2189 m . . .	3. Aug. 91	Ebenso.
Partnun, 1874 m	4.—6. Aug. 91	Dauereibildung nimmt überhand.
Garschina, 2189 m	7. Aug. 91	Fast ausschliesslich parth. Weibchen.
	17. Aug. 89	♀ und ♂. Nur Dauereier.
Tilisunasee, 2102 m	20. Aug. 89	Nur parth. Weibchen.
Partnun, 1874 m	20. Aug. 89	Ebenso.
Lünersee, 1943 m	25. Aug. 93	Ebenso.
Partnunsee, 1874 m	28.—29. Aug. 93	Ebenso.
Tilisuna, 2102 m	29. Aug. 93	Ebenso.
Mieschbrunnen b. Partnun, 1800	29. Aug. 93	Nur parth. Weibchen.
Gepatschalp, Tirol, 1900 m .	7. Sept. 93	Nur parth. Weibchen.
Partnunsee, 1874 m	2. Okt. 91	♂ und ♀, alle ♀ mit Dauereiern.
Tümpel bei Partnun, 1930 m .	2. Okt. 91	Ebenso.
Tilisunasee, 2102 m	4. Okt. 91	Ebenso.
Partnunsee, 1874 m	27. Dez. 91	Einzelne ♀, einige mit Sommereiern.

Alona rostrata durchläuft im Hochgebirge einen polycyclischen Entwicklungsgang. Aus den überwinterten Dauereiern entstehen früher oder später, nach der Gunst der äusseren Verhältnisse, parthenogenetische Weibchen. Ende Juli und in der ersten Hälfte August tritt eine ziemlich umfassende Sexualperiode ein, welche in der zweiten Hälfte August und im September durch erneute jungfräuliche Zeugung verdrängt wird. Die ersten Oktobertage sahen im Rhätikon wiederum beide Geschlechter der Cladocere auftreten; gleichzeitig bildeten sich die zur Winterruhe bestimmten Dauerkeime.

Stingelin erkannte auch bei Basel den polycyclischen Charakter von *A. rostrata*. Dort liegen die beiden Sexualperioden durch den Zeitraum von mehreren Monaten — Mai bis Oktober — getrennt auseinander. Im Hochgebirge rücken sie sich unter dem Drucke der alpinen meteorologischen Verhältnisse näher; die Sommerperiode verschiebt

Digitized by Google

sich nach rückwärts (August), die Herbstperiode vorwärts (Ende September, erste Oktobertage). So wird der trennende Raum auf wenige Wochen herabgesetzt.

In ganz ähnlichen Zeitmassen spielt sich der Cyclus von *Chydorus sphaericus* O. F. M. im **Rhätikon** ab. Vom 22. Juli bis 8. August mehrerer Jahre zeigten sich in den Gewässern verschiedenster Art fast ausschliesslich parthenogenetische Weibchen. (Seen von Partnun, Tilisuna, Gafiensee, Lünersee, Tümpel bei Partnun, am Grubenpass, am Rellsthalsattel, Mieschbrunnen bei Partnun.)

In der ersten Augustwoche erscheinen da und dort Männchen und Dauereier auf dem Plan. So im Partnunersee am 1. August 1892, in Garschina vom 3.—7. Aug. 1891, im Tümpel bei Partnun am 10. August 1891. 1889 erstreckte sich diese Periode teilweiser sexueller Vermehrung im Partnunsee bis in die zweite Hälfte August.

Vom 23.—30. August 1893 aber vollzog sich die Vermehrung von *Ch. sphaericus* an allen genannten Fundorten des Rhätikon nur auf parthenogenetischem Weg.

Der 2.—4. Oktober dagegen brachte in den Seen von Tilisuna und Partnun, sowie im Partnunertümpel, eine rege und ausschliessliche Sexualperiode.

Unter dem Eis des Partnunsees — 27. Dezember 1891 — vegetierten einige eierlose Exemplare von *Ch. sphaericus*. Dasselbe gilt auch für den oberen Arosasee während seines winterlichen Eisabschlusses. Die zahlreichen Funde von Blanchard und Richard in den französischen Alpen scheinen sich mit den Beobachtungen im Rhätikon zu decken.

Beide Geschlechter von *Ch. sphaericus* sammelten die genannten Zoologen am:
22. September am Lac rond, ca. 2450 m, und in einer benachbarten Pfütze; am
5. Oktober im Lac sans nom, ca. 2300 m.

Sonst stiessen sie in der Zeit vom 20. August bis zum 5. Oktober in zahlreichen Seen und Tümpeln von 1800—2500 m Höhenlage nur auf weibliche *Chydorus*-Individuen.

Ch. sphaericus der Hochalpen ist weder acyclisch noch monocyclisch, sondern sehr wahrscheinlich an den verschiedensten Fundorten polycyclisch.

Als in hohem Grade acyclisch bezeichnet Weismann die Vertreter des Genus *Bosmina*. Von *B. longicornis* erbeutete er ein einziges Mal seltene Männchen; ein Weibchen mit Winterei kam ihm nie zu Gesicht.

Bosmina longispina Leydig (= *B. coregoni* Baird.), die zu manchen Zeiten das Limnoplankton des Bodensees in gewaltigen Heeren beherrscht, überdauert den Winter regelmässig. Im Laufe mehrerer Beobachtungsjahre traf Weismann nur einmal zwei ihrer Männchen. Ununterbrochene Parthenogenesis sichert die Existenz der Species. Die eingeschlechtliche Vermehrung wird durch die tiefen Wintertemperaturen in keiner Weise beeinflusst, oder gar aufgehoben. Für alle Bosminen gehören übrigens Männchen und Dauereier zu den seltensten Erscheinungen. Bei der Mehrzahl der *Bosmina*-Arten scheint die zweigeschlechtliche Fortpflanzung im Verschwinden begriffen zu sein.

Digitized by Google

Auch die von Apstein in norddeutschen Seen beobachteten Bosminen dauerten das ganze Jahr aus. Von *B. longirostris* erbeutete Apstein im Plönersee Männchen.

Bosmina coregoni war besonders im Spätherbst häufig, sie fehlte in den Monaten April und Mai im Plönersee ganz. Daraus darf, nach Apstein, auf Ablage von Dauereiern und einen wahrscheinlich monocyclischen Generationsverlauf geschlossen werden. Immerhin spricht Apstein diese Vermutung unter allem Vorbehalt aus. Die übrigen Bosminen vermehren sich acyclisch. In den Seen der flachen Schweiz bildet *B. coregoni*, nach Burckhardt, sicher keine Dauereier mehr. Sie durchläuft im Vierwaldstättersee zwei Maxima (Januar bis Februar und Juni bis Juli) und zwei Minima (Oktober bis November und März bis April).

Bosmina cornuta sah Stingelin im Oktober und Juni in seltenen männlichen Individuen, dagegen suchte er umsonst nach Dauereiern. Im Katzensee perennieren *B. longirostris* und *B. cornuta*.

Lauterborn berichtet, dass eine *Bosmina* in den Altwässern des Rheins regelmässig im Mai und Juni und zum zweiten Mal im November Dauereier bildete. Gleichzeitig erschienen die Männchen. Diese Periodicität spielte sich während dreier Jahre synchron in verschiedenen Gewässern ab.

Besonderes Interesse verdient die Angabe von de Guerne und Richard, dass die hochnordische *B. arctica* Lillj. von Ende Juli an auch in ziemlich häufigen, männlichen Individuen sich zeige.

Das Verhalten der Bosminen im Hochgebirge illustriert eine Beobachtungsreihe vom oberen Arosasee, 1740 m. Es handelt sich dabei um eine Hochgebirgsform, die *B. dollfusi* Moniez sehr nahe steht und wie diese, nach G. Burckhardt, als eine Varietät von *B. coregoni* Baird betrachtet werden muss. Das Tier gehört also in die Nähe der Art, welche nach Apsteins Vermutung auch in der Ebene nicht acyclisch sein soll.

In der limnetischen Region des Arosasees tritt die Bosmine zu gewissen Zeiten in gewaltigen Quantitäten auf.

Cyclus der Bosmina des Arosasees. (B. zschokkei Burckhardt)

Datum	Temp. °C.	Fortpflanzung	Auftreten
9. Nov. 92 . .	4,7	Sommereier, Embryonen, aber auch einzelne Wintereier.	Zahlreich.
17. Nov. 92 . .	3,8	Ebenso.	Ebenso.
30. Nov. 92 . .	2,2	Ebenso.	Zahl nimmt ab.
17. Dez. 92 . .	2,2	Wenig Sommereier. Wintereier ziemlich häufig.	Weit. Abnahme der Zahl.
5. Jan. 93 . .	0,5	Wenig Sommereier.	Vereinz. Individ.
28. Jan. 93 . .	0,2	—	Fehlt.
8. Febr. 93 . .	1,2	Keine Eier.	Ziemlich häufig.

Digitized by Google

Datum	Temp. °C.	Fortpflanzung	Auftreten
4. März 93 . .	0,1	Ebenso.	Nur tote Panzer.
24. April 93 . .	1,1	—	Fehlt.
30. April 93 . .	6,1	—	—
14. Mai 93 . . .	11,8	—	—
2. Juni 93 . .	10,8	Jung, ohne Eier.	Häufig.
28. Juni 93 . .	14,6	Sommereier, aber auch viele Dauereier bildend.	Massenhaft.
27. Sept. 86 (Imh.)	?	?	Häufig.

Die Reihe von Beobachtungen zeigt, dass die *Bosmina* des Arosasees im Dezember selten wird und endlich verschwindet. Vereinzelte Individuen mögen den Winter überdauern. Erst Ende Mai erscheinen zahlreiche, junge, unreife, offenbar aus den überwinterten Dauerkeimen hervorgegangene Weibchen. Sie vermehren sich lebhaft durch Parthenogenesis, so dass in wenigen Wochen das Seebecken von Bosminen erfüllt wird. Ende Juni meldet sich eine äusserst lebhafte Produktion von Wintereiern; 50 % aller Tiere bringen Dauerkeime hervor. Wahrscheinlich folgt wieder Parthenogenesis, bis endlich im Spätherbst die für die Winterruhe bestimmten befruchteten Eier erzeugt werden.

So bietet der Entwicklungsgang der Aroser *Bosmina* das typische Bild einer polycyclischen Generationsfolge mit zwei Perioden sexueller Thätigkeit.

Unter den extrem-glacialen Verhältnissen der Hochalpenseen hat *Bosmina* die Fähigkeit Wintereier zu bilden noch nicht eingebüsst, während sie resistent genug ist, den Bedingungen der Ebene zu trotzen und sich dort in der Regel nur acyclisch fortpflanzt.

Aus den vorhergehenden Auseinandersetzungen ergeben sich für den Entwicklungsgang der Cladoceren im Hochgebirge etwa folgende Schlüsse:

1. Dem Entwicklungsgang der Cladoceren sind auch im Hochgebirge bestimmte cyclische Bahnen vorgeschrieben. In den meisten Fällen weicht der hochalpine Cyclus von demjenigen, den die entsprechende Art in der Ebene durchläuft, prinzipiell nicht ab.

2. Der Cyclus und speziell das Auftreten der zweigeschlechtlichen Generationen, wird nicht geregelt durch momentan herrschende äussere Bedingungen. Er spielt sich in den verschiedenen Jahren in ungefähr denselben Zeitmassen ab. Ebenso verläuft er in den verschiedensten Gewässern der Alpen, See, Weiher, Tümpel, in demselben Rhytmus. Die Wassertemperatur übt auf das Erscheinen der Männchen und das Entstehen der Wintereier keinen direkten Einfluss aus. Sexualperioden treten ferner nicht nur zur Zeit hoher Temperatur ein, sondern auch in Epochen von Nahrungsüberfluss und ohne dass Wassermangel oder Fäulnis herrschen würde.

3. Die überwinterten Dauerkeime lassen unter den hochalpinen Bedingungen die

Digitized by Google

erste Generation parthenogenetischer Weibchen sehr spät entstehen. So verschiebt sich auch die erste Periode geschlechtlicher Fortpflanzung, entsprechend dem späten Ausschlüpfen der Dauereier, die den Winter überstanden haben, bedeutend nach rückwärts. Auf der andern Seite werden die zur Ueberwinterung bestimmten Eier im Hochgebirge früh erzeugt. Erste und zweite Sexualperiode trennt in den Alpen nur ein relativ kurzer Zeitraum. Er wird im allgemeinen um so eingeschränkter, je höher der Gebirgssee liegt und je mehr sich der Alpensommer verkürzt.

An ganz hochgelegenen Fundorten scheinen zwei Sexualperioden durch Rückschieben und Vorrücken zusammenzufallen. So entsteht aus dem Bild einer polycyclischen Generationsfolge dasjenige einer monocyclischen. Es dürfte das besonders für gewisse, sehr hoch emporsteigende Lynceiden gelten.

An einander naheliegenden Lokalitäten der Alpen kann, je nachdem für das Ausschlüpfen der überwinterten Keime günstige oder ungünstige Bedingungen herrschen, der Jahrescyclus einer Cladocerenart früher oder später anheben. Dasselbe gilt auch für die Ebene (Stingelin).

Dem Vorrücken der zweiten Sexualperiode in den Hochalpen entspricht eine von Weismann erwähnte Beobachtung. Er sah, dass manche Lynceiden im Schwarzwald 3—4 Wochen früher zur Ausbildung der den Winter überdauernden Eier schritten, als in Gewässern der tieferliegenden Rheinebene.

4. Die eigentlichen Hochalpengewässer beherbergen nur polycyclische Cladoceren, d. h. solche, die imstande sind, im Laufe eines Jahres mindestens zweimal Dauereier zu bilden. Sie werden allein fähig sein, den ungünstigen Gebirgsbedingungen zu trotzen (Einfrieren, Austrocknen etc.) und die Species während der häufig eintretenden Vernichtungsperioden durch latente Keime zu retten. Selbst die pelagische Region grosser Alpenseen (Lünersee) entbehrt der sie in der Ebene charakterisierenden, monocyclischen Formen. Polycyclische Cladoceren, Tümpel-, Sumpf- und Teichbewohner setzen im Hochalpensee das Plankton zusammen. Aehnliches gilt für die hochalpine Vertretung der Rotatorien.

5. Arten von Cladoceren, die unter günstigen Umständen in der Ebene acyclisch sind und sich nur parthenogenetisch fortpflanzen, bleiben im Hochgebirge unter allen Umständen polycyclisch. *Chydorus sphaericus*. Besonders fällt das an der Gattung *Bosmina* auf. Sie hat in Gewässern des Flachlandes die sexuelle Vermehrung nahezu ganz aufgegeben, im Gebirge blieb sie polycyclisch. Vielleicht pflanzen sich gewisse Lynceiden im Hochgebirge polycyclisch, im Tiefland monocyclisch oder acyclisch fort (*Acroperus*, *Alona*, *Pleuroxus*).

Zu diesem Verhalten meldet Nordquist eine interessante Parallele aus dem Norden. In Finnland überwintern Cladoceren weder im Süsswasser noch im schwach salzigen finnischen Busen. Alle bilden im Herbst Dauereier. Arten, die im mittleren und südlichen Europa nur Parthenogenesis kennen, pflanzen sich im Norden auch zweigeschlechtlich fort.

Digitized by Google

Hochgebirge und Norden bieten ähnliche Vernichtungsgefahren, darum regelt sich die Fortpflanzung der Cladoceren an beiden Orten nach denselben Gesetzen.

6. Unter der winterlichen Eisdecke des Hochgebirgssees dauern spärliche Individuen einiger Cladocerenarten aus. Doch wird die Eibildung herabgesetzt oder eingestellt. Die meisten Arten und Individuen verschwinden während der kalten Jahreszeit, wie in den nordischen so auch in den alpinen Gewässern.

Durch unsere Erfahrungen an Cladoceren von Alpenseen erhalten Weismanns Ansichten eine Stütze, wonach die Cyclusform nicht direkt, sondern nur indirekt — durch mehr oder weniger häufiges Auftreten von Vernichtungsperioden — von äusseren Einflüssen abhängig ist. Zu umgekehrten Schlüssen ist in neuerer Zeit, abgesehen von Lubbock und Herbert Spencer, de Kerhervé gelangt. Er schreibt das Erscheinen von Ephippien und von Männchen äusseren Bedingungen, hauptsächlich Nahrungsmangel, zu. Ueberfluss dagegen soll die Parthenogenesis begünstigen. Bestimmend für den Entwicklungscyclus wirken auch der Zustand der Athmosphäre, Mangel an Sauerstoff, das Auftreten konkurrierender Arten u. s. w. Der Tümpelbewohner *Moina*, der aller möglichen Unbill ausgesetzt ist, kann, nach de Kerhervé, nach Bedürfnis Sommer- oder Wintereier erzeugen. Auch die Männchen treten häufiger auf, als bei andern Cladoceren.

Fuhrmann fiel es auf, dass die in Hochgebirgsseen pelagisch lebende *Daphnia longispina* Leydig sich vor den Artgenossen der Ebene durch eine sehr bedeutende Zahl gleichzeitig im Brutraume liegender Sommereier und Embryonen auszeichnete. Während Individuen der Ebene höchstens sechs Embryonen umschlossen, beherbergten Gebirgs-Daphnien deren oft 16—18.

Eine ähnlich gesteigerte Fruchtbarkeit beobachtete ich an *D. longispina* und *D. pulex* des Lünersees. Auch die Weibchen von *D. zschokkei* vom Jardin du Valais, 2610 m, trugen 25—30 Sommereier. Dies Verhältnis fällt um so mehr auf, als wir durch Richard, Moniez, Stingelin u. a. wissen, dass bei pelagischen Cladoceren die Zahl der Eier herabgesetzt und so der freischwimmende Körper erleichtert wird. Speziell *D. longispina* soll in grösseren Gewässern weniger Eier erzeugen, als in kleineren Tümpeln. Aehnliches gilt für die Copepoden. *Cyclops oithonoides* Sars und *C. strenuus* Fisch., zeichnen sich nach Sars, Schmeil, Haecker u. a., durch eine geringe Zahl von Eiern in ihren pelagischen Varietäten aus. *C. strenuus* gleicht die ungünstigen Verhältnisse, die für ihn durch eine unbedeutende Zahl gleichzeitig erzeugter Eier und durch die kurze Fortpflanzungszeit bedingt werden, durch ungemein beschleunigte Eiproduktion und verkürzte Ovogenese wieder aus. In raschem Tempo folgt Eigeneration auf Eigeneration. So steigt die Zahl der Nachkommen bedeutend, trotzdem die Zahl der gleichzeitig produzierten Eier eine geringe bleibt. Die geringe Fruchtbarkeit pelagischer Crustaceen soll mit dem Nahrungsmangel der limnetischen Region im Zusammenhang stehen.

Dagegen spricht nun allerdings die gesteigerte Eiproduktion bei Plankton-Daphnien der Hochgebirgsseen. Sie finden offenbar ihren Tisch reich gedeckt. Zahlreichste Eier

Digitized by Google

werden in rascher Folge parthenogenetisch erzeugt und so die Species in kurzer Zeit stark vermehrt. Die Erzeugung vieler Eier, bedingt durch reichlich zugemessene Nahrung, scheint mir als Anpassung an hochalpine Verhältnisse gelten zu dürfen. Auf diesem Wege wird für die Species gewissermassen die Kürze des Alpensommers, der einzigen für Parthenogenesis offen stehenden Zeit, ausgeglichen. In eng bemessener Frist steigert sich so auch im Hochgebirge die Nachkommenschaft zu bedeutenden Zahlen. Länger ausdauernde Planktontiere der Alpenseen, wie *Cyclops strenuus* und *Diaptomus bacillifer*, deren Fortpflanzungsperiode über einen grösseren Zeitraum sich erstreckt, als diejenige der Daphnien, bringen gleichzeitig nur wenig zahlreiche Eier hervor. Für sie bleiben die Produktions-Verhältnisse der Ebene bestehen.

Angesichts der besprochenen Thatsachen wird es übrigens fraglich, ob auch in der Ebene die spärlich zugemessene Nahrung eine beschränkte Fruchtbarkeit der limnetischen Entomostraken allein bedinge. Erleichterung des pelagischen Tierkörpers dürfte wohl auch für die Herabsetzung der Eizahl mitbestimmend sein.

In einer nach Schluss des vorliegenden Manuskriptes erschienenen Arbeit über die Entomostraken vom Janaland und der Neusibirischen Inseln macht Sars auf die höchst ungünstigen Lebensbedingungen aufmerksam, die sich in jenen hocharktischen Gegenden der aquatilen Tierwelt bieten. Der eisfreie Sommer dauert nur eine kurze Spanne Zeit, und doch erfüllt die Schneetümpel und Eisweiher ein reiches Crustaceenleben, das allerdings bald wieder zur Winterruhe zurückkehrt, nachdem Dauereier in den meisten Fällen gebildet worden sind. Besonders *Daphnia pulex*, *Cyclops strenuus* und *Diaptomus bacillifer* traten bis in den höchsten Norden auch unter den ungünstigsten Bedingungen in unzählbaren Schwärmen auf.

Die Parallele des hohen Nordens mit den Hochalpen ist vollständig:

Gleiche Bedingungen, gleiche Zusammensetzung der Entomostrakenfauna und wohl auch gleiche Biologie.

19. Branchiopoda.

Recht spärlich fliessen die Notizen über das Vorkommen von Branchiopoden im Hochgebirge.

Blanchard und Richard sammelten *Branchipus stagnalis* L. in zwei Tümpeln des Plateau de Cristol, 2400—2500 m (französische Alpen). Beide Geschlechter waren in ungefähr gleicher Zahl vertreten. Denselben Krebs kenne ich aus Tümpeln des Reculet im französischen Jura bei etwa 1500 m Höhe.

Branchipus diaphanus Prev. verzeichnet v. Daday aus einem hochgelegenen See Ungarns. Er hält das Tier für eine reine Gebirgsform, die in der Ebene nur unmittelbar nach der Schneeschmelze in ganz kaltem Wasser erscheine.

Interesse verdienen die Mitteilungen Wierzejskis und v. Dadays über das Auf-

Digitized by Google

treten der hocharktischen *Branchinecta paludosa* O. F. M. in Seen der Hohen Tátra. Wierzejski beobachtete das Tier während 14 Jahren in einem 1648 m hoch gelegenen Wasserbecken. Es trat im Sommer regelmässig auf. Mitte Juni erschienen die jungen Larven, Ende August die reifen Weibchen. Versuche, *Branchinecta* in benachbarte Seen zu übertragen, misslangen.

v. Daday fand den Branchiopoden in den Tátraer Raupenseen, an der Grenze der Schneeregion. Im hohen Norden, Norwegen, Grönland, Sibirien, Lappland, Labrador, ist der Krebs weit verbreitet. De Guerne und Richard fiengen ihn z. B. in Schmelzwassertümpeln bei Godhavn und Jacobshavn. Er darf in den Tátraseen wohl als nordisch-glaciales Relikt betrachtet werden.

20. Amphipoda.

In Hochgebirgsgewässern, welche günstige Lebensbedingungen bieten, steigen Flohkrebse bis zu recht beträchtlicher Erhebung. Immerhin ist ihre hochalpine Verbreitung durchaus keine allgemeine und ihr lokalisiertes Auftreten lässt wohl auf die Schwierigkeiten, die sich aktiver oder passiver Einwanderung entgegenstellen, schliessen. In der That fehlen Gammariden sehr zahlreichen Alpenseen, welche den Nahrungs- und Wohnungsansprüchen der Amphipoden in weitgehendem Masse entsprechen.

Aktives Vorwärtsdringen von Flohkrebsen in Bächen von nicht allzu reissendem Lauf scheint mir nicht ausgeschlossen zu sein. De Guerne traf *Gammarus guernei* Chevreux in bewegten Bergbächen der Azoren bis zu 600 m Meereshöhe, festgeklammert an Pflanzenstengeln und Lavastücken. Er nimmt an, dass die Krebse in den feuchtbleibenden Moosrasen aufwärts wandern, wenn das Niveau des Baches sinkt. Garbini möchte das Vorkommen von *Gammarus*-Arten in höchstgelegenen Berggewässern eher durch passiven Import erklären. Als Vehikel würden Vertreter der Gattungen *Hydrophilus* und *Dytiscus* dienen, an denen Garbini wiederholt jugendliche Exemplare von *Gammarus fluviatilis* befestigt fand.

In den höchsten Alpenseen sind indessen die grösseren Formen von Schwimmkäfern nicht zu Hause. Als Ueberträger von Gammariden könnte nur etwa die Gattung *Colymbetes* in Betracht kommen. *Colymbetes (Agabus)* lebt nun wirklich in manchen Hochalpenseen mit *Gammarus* oder *Niphargus* zusammen. Ich nenne aus dem Rhätikon den Garschina- und den Gafiensee, und aus dem Gotthardgebiet den Lago del Pizzo Columbe. In den von Blanchard und Richard faunistisch untersuchten Wasserbecken der französischen Alpen lebt *Gammarus* gewöhnlich in Gesellschaft der Wasserwanze *Corixa carinata*, die vielleicht den Transport des Krebses übernommen hat.

So gestatten unsere heutigen Kenntnisse gleichzeitig die Annahme aktiver und passiver Einfuhr von Amphipoden in hochgelegene Wasserbehälter.

Ueber das Vorkommen von Amphipoden in Gewässern von Hochgebirgen stelle ich folgende Notizen zusammen:

Digitized by Google

1. **Gammarus pulex** De Geer.

Unter Steinen eines rasch fliessenden Baches am Lac de Champex, 1460 m, Silvaplanersee, 1794 m, mittlerer und oberer Murgsee, 1815 und 1825 m, Schottensee, 2342 m, Lago di Alpe, 2018 m, Lago Pizzo Columbe, 2375 m, in manchen Seen der französischen Alpen, 2200—2400 m.

Die weite Verbreitung der Art geht aus zahlreichen Publikationen von **Spence Bate**, **Hosius** u. v. a. hervor.

2. G. **fluviatilis** Rösel.

Unter Steinen eines rasch fliessenden Baches am Lac de Champex, 1460 m.

Die Form geniesst weite Verbreitung. Sie lebt unter anderem auch in heissen Quellen.

3. G. **delebecquei** Chevreux.

In Bächen und Seen der Alpen von Briançon häufig, 1250—1800 m.

Chevreux und **de Guerne** entdeckten den Krebs in einer warmen Quelle auf dem Grund des Lac d'Annecy, 80 m unter dem Seespiegel.

4. G. **bergellensis** Imhof.

See von Bitabergo (Bergell), 1862 m.

Imhof benannte die Art, ohne sie zu beschreiben.

5. G. **zschokkei** Vejd.

Sehr häufig im Garschinasee, 2189 m.

Vejdóvsky, der in zuvorkommender Weise das Amphipodenmaterial aus dem Rhätikon untersuchte, kam zum Schluss, dass der *Gammarus* von Garschina als neue Art zu betrachten sei. Der genannte Forscher wird die Form beschreiben. Es dürfte sich wohl herausstellen, dass manche der als *G. pulex* bestimmten, hochalpinen Gammariden, und vielleicht auch **Imhofs** *G. bergellensis*, mit dem Krebs aus dem Garschinasee identisch sind.

Gammarus-Arten leben auch in den armenischen Alpenseen Goktschai und Tschaldyr-göl. Im Felsengebirge steigt *Gammarus*, nach **S. A. Forbes**, in weiter Verbreitung bis über 2500 m. Das verwandte Genus *Allorchestes* überschreitet in mehreren Arten ebenfalls die Höhe von 2500 m.

6. **Niphargus tatrensis** Wrzés.

Lago del Pizzo dell' uomo, 2305 m, Passo dell' uomo, 2312 m, Corrandoni, 2359 m. Gafiensee zahlreich, 2313 m, Brunnen von Partnun, 1780 m, Weiher an den Kirchlispitzen, 2100 m, Hauptzufluss des Lünersees, 2000 m.

Wrzésniowski fand den Krebs in einem Schöpfbrunnen bei Zakopane am Nordabhang der Tátra. **Hamann** fasst ihn mit zahlreichen anderen Arten unter dem Namen *Gammarus puteanus* Koch und Gervais zusammen. Im Rhätikon bewohnt das Tier ausschliesslich Gewässer von konstant sehr niedriger Temperatur, die von starken kalten Quellen gespiesenen kleinen Becken im Hintergrund des Gafienthals und am Nordfuss

Digitized by Google

der Kirchlispitzen. Von der letztgenannten Lokalität gelangt *Niphargus* in den Hauptzufluss des Lünersees. Er kehrt im sehr kalten Brunnen vor dem Gasthaus zu Partnun wieder, fehlt dagegen in allen nur einigermassen ausgiebig sich durchwärmenden stehenden und fliessenden Gewässern. Der Gedanke liegt nahe, diesen Bewohner der kältesten Brunnen und Quellen, wie manche Tiere, die ähnliche Standorte mit ihm teilen, als Relikt der glacialen Schmelzwasserfauna zu betrachten. Leider macht Fuhrmann keine Angaben über die Temperaturverhältnisse, unter welchen er *N. tatrensis* in den Seen der Gotthardgruppe fand.

Die Gegenwart des in unterirdischen Gewässern lebenden *Niphargus* in den Quellen des Rhätikon erklärt sich leicht aus der Thatsache, dass die Grenzkette zwischen Graubünden und Vorarlberg von einem ganzen System von Gängen und Höhlen durchsetzt ist. In diese in der Kalkmasse ausgegrabenen Räume ergiessen sich hoch oben Wasserläufe, die am Fusse der Felsen als starke Quellen wieder hervorsprudeln. Für einige der subterranen Gewässer besitzen wir auch Temperaturangaben. So misst der kleine Weiher in der Seehöhle an der Sulzfluh ziemlich konstant 2° R. Unterirdischen Kaltwasserbewohnern bietet sich in dem Höhlenwerk des Rhätikon somit eine treffliche Heimat. Sie ist besiedelt von *N. tatrensis*, *Planaria alpina*, einigen Rotatorien und Nematoden. Uebrigens fand Mrázek *Niphargus* häufig oberirdisch in kleinsten Waldtümpeln Böhmens, die einen sichtbaren Zu- und Abfluss nicht besassen.

Biologisch verdient die Beobachtung Erwähnung, dass die Periode regster Fortpflanzung für *Gammarus zschokkei* Vejd. von Garschina auf Ende Juli und die ersten Tage des Monats August fällt. Gegenüber der Ebene bedeutet dies eine starke Verschiebung der Vermehrungszeit nach rückwärts. — In zahlreichen andern Tiergruppen wirken bekanntlich die hochalpinen Bedingungen in durchaus paralleler Weise.

21. Isopoda.

Aus der Bevölkerung hochgelegener Gebirgsseen sind die Isopoden beinahe ganz ausgeschlossen. Es ist mir eine einzige Notiz über die Gegenwart einer *Asellus*-Art im armenischen Kaukasussee Tschaldyr-göl bekannt (1958 m). Siehe Brandt. Aus den Alpen liegen keine entsprechenden Beobachtungen vor.

22. Tardigrada.

Die merkwürdige biologische Fähigkeit, in eingetrocknetem und eingeschrumpftem Zustand jahrelang latent leben zu können, sichert den Tardigraden kosmopolitische Verbreitung und erlaubt ihnen den Anstieg auch in die höchstgelegenen Gebirgsregionen. So fand Ehrenberg mehrere ihrer Vertreter scheintot, in Begleitung von Nematoden und Rotatorien, am Weissthor im Wallis bei mehr als 3300 m Höhe. Ungefähr dieselben Tardigraden kehren in der Moosfauna Spitzbergens wieder.

Digitized by Google

Ob der einzige eigentliche Wasserbewohner unter den Bärtierchen, *Macrobiotus macronyx* Duj., die Eintrocknung überdauern kann, ähnlich wie seine zwischen Moos und Flechten sich aufhaltenden Verwandten, bleibt, nach Plates und Zacharias Angaben, einstweilen unentschieden. Vielleicht erträgt die Art längere Trockenheit ebensowenig, wie die Wasserbewohner unter den Rotatorien im Gegensatz zu den Moosbewohnern. Zacharias bestimmte leider den *Macrobiotus* nicht näher, den er nach längerer Trockenzeit vergeblich wieder ins Leben zurückzurufen versuchte.

Wie dem auch sei, *Macrobiotus macronyx* erweist sich gegenüber extremen äusseren Bedingungen sehr resistent. So erklärt sich sein kosmopolitisches Vorkommen. Richard sammelte ihn recht häufig im hohen Norden — Hoffnungsinseln, Barentsinseln, Amsterdaminsel —, Lauterborn fand das mit Eiern beladene Tier mitten im Winter, Voeltzkow meldet eine *M. macronyx* „sehr nahestehende" Art aus Madagaskar.

Ueber die weite horizontale und vertikale Ausdehnung von *M. macronyx* in den Hochalpen mögen folgende Notizen von Asper, Fuhrmann, Heuscher, Imhof, Perty, Pugnat, Studer, verbunden mit eigenen Beobachtungen, sprechen. Die unbestimmten Tardigraden, von denen einige der genannten Autoren berichten, wurden ebenfalls zur Species *M. macronyx* gezogen.

Macrobiotus macronyx in den Hochalpen.

Lac de Flaine (Savoyen), 1411 m, Lac de Champex, 1460 m, St. Bernhard: mittlerer See am Col de Fenêtre, 2500 m, südlicher und mittlerer See im Jardin du Valais, 2610 m, Grimselsee, 1874 m, St. Gotthard: Lago Ritom, 1829 m, Sümpfe bei Piora, 2106 m, See am Passo dell' uomo, 2312 m, Lago Lisera, 2344 m, Pizzo Columbe, 2375 m, Lago scuro, 2453 m, Punta nera, 2456 m.

Unterer Seewenalpsee, 1621 m, Lej Sgrischus (Bernina), 2640 m.

Im Rhätikon geniesst die Tardigrade die weiteste Verbreitung. Sie fehlt in keinem der grösseren Seen und bevorzugt hauptsächlich die algenreichen Stellen. Dabei erreicht *Macrobiotus* gleichzeitig die bedeutendsten Tiefen — Partnunsee 20 m, Lünersee 80 bis 100 m. Gleichzeitig verschmäht das Tierchen weder die warmen Bergtümpel, noch die kalten Brunnen von Partnun und die Moospolster der zahlreichen raschfliessenden Bäche.

Macrobiotus belebt endlich den Schmelzwasserweiher an den Kirchlispitzen und sogar den faunistisch so armen See auf der Todtalp.

Im Sommer und Herbst war *M. macronyx* gleich häufig, und dass er aktiv lebend wohl auch den Winter überdauert, beweist seine Gegenwart unter der Eisdecke des Lünersees am 1. Juni 1895.

v. Daday stiess bei seinen faunistischen Streifzügen durch die Hohe Tátra noch in einem See von 2006 m Höhenlage auf *M. macronyx*, und Zacharias kennt das Tier aus den Teichen des Riesengebirgs.

Alle diese Daten genügen, um *M. macronyx* in gleiche Linie mit zahlreichen andern Kosmopoliten zu stellen, die in breiter Front sehr hoch im Gebirge emporsteigen.

Digitized by Google

23. Acarina.

Leichte Verschleppbarkeit und grosse Widerstandsfähigkeit gegen extreme äussere Bedingungen zeichnet die Hydrachniden aus. So ist für kosmopolitische Verbreitung der Wassermilben gesorgt, und mancher Form öffnet sich der Weg ins Hochgebirge. Erwachsene Tiere, Larvenstadien und Eier, die innerhalb der äusseren, harten Schale noch eine sekundäre „Zwischenhaut“ besitzen, scheinen sich durch Resistenz zu charakterisieren.

Ueber die Fähigkeit der Hydrachniden, Austrocknung zu überdauern, hat Könike in interessanter Weise alte und neue Beobachtungen zusammengestellt. Die verschiedenen Formen sind nach ihm in verschiedenem Grade widerstandsfähig; manche aber leben auch in vollkommen ausgetrocknetem Schlamm längere Zeit weiter. Dabei erweisen sich die Nymphen resistenter als die Imagines.

Gegen die winterliche Kälte sind die meisten Hydrachniden ebenfalls unempfindlich: wenn sie auch im allgemeinen warme, schlammige, mit modernden Pflanzenresten erfüllte Tümpel kalten Gewässern vorziehen. Piersig macht in seinem schönen Werke darauf aufmerksam, dass tiefe Temperaturen wahrscheinlich geradezu zu den Existenzbedingungen gewisser Hydrachniden gehören und dass unter dem winterlichen Eise von Waldlachen sich die verschiedensten Entwicklungsstadien mancher Wassermilben tummeln. Ueber typische Kaltwasserbewohner werden wir bald manches zu berichten haben. Auch gegen relativ hohen Salzgehalt des Wassers sind manche Hydrachniden resistent, wie bekannte Versuche Paul Berts bewiesen haben.

So sind die Wassermilben im allgemeinen wohl gerüstet, den beiden grossen und extremen Gefahren der Hochgebirge, der Austrocknung und dem Einfrieren der Wohngewässer zu trotzen.

Und an Importgelegenheiten in hochalpine Seen, Teiche und Tümpel fehlt es nicht. Zahlreiche neuere Beobachtungen weisen mit grosser Bestimmtheit darauf hin, dass Hydrachniden durch fliegende Insekten, an denen sich ihre sechsfüssigen, sehr resistenten Larven anklammern und einpuppen, verschleppt werden. Piersig berichtet, dass die Larven von *Arrenurus* und *Nesaea* massenhaft an Larven von Mücken und Wasserkäfern schmarotzen. *Limnochares* sucht ausschliesslich Hydrometriden auf; *Hydrachna* legt ihre Eier an *Nepa cinerea* ab. Auf Libellen und Dytisciden fand Könike ebenfalls verschiedene Hydrachniden in verschiedenem Entwicklungszustand. Ich selbst sammelte im Lünersee und seinen Quellbächen wiederholt Phryganidenlarven, die mit jungen Wassermilben reichlich besetzt waren.

Vor allem aber scheint die Gattung *Corixa* als Ueberträger von Hydrachniden eine grosse Rolle zu spielen.

Der Reichtum hochalpiner Seen an Insekten wird die Einfuhr von Milben in hohem Mass begünstigen. Wie isolierte, vulkanische Inselgruppen, die Azoren und Canaren etwa, durch fliegende Wasserwanzen und Wasserkäfer mit Hydrachniden besiedelt worden sind,

Digitized by Google

so auch die abgelegenen Becken der Hochgebirge. Die Betrachtung der Hexapoden wird uns lehren, dass gerade *Corixa* hoch emporsteigt. Wir trafen die Wanze häufig bei Partnun und im hochgelegenen See von Garschina, 2189 m, d. h. an Lokalitäten, die sich auch durch ihren Reichtum an Wassermilben auszeichnen. Noch näher an die Schneegrenze wagen sich die Wasserläufer; und die Wasserkäfer machen erst bei 2800 m Höhe Halt.

Nur sekundäre Wichtigkeit für die Bevölkerung von Hochgebirgsgewässern mit Hydrachniden dagegen scheinen mir die Wasservögel zu haben, denen Kramer in dieser Richtung eine grosse Bedeutung zumisst. Durch sie könnten etwa grössere Seen und Teiche, nicht aber kleinste Quellen und Tümpel, dürftige Rinnsale, Brunnen und reissende Sturzbäche ihre Milbenbevölkerung erhalten. Alle die letztgenannten Lokalitäten aber fand ich in den Hochalpen mit Hydrachniden reich besetzt.

Der Hochalpensee bietet den räuberischen, im allgemeinen auf Cladoceren und Ostracoden ausgehenden Milben eine ausgiebig gedeckte Tafel. So kann es denn nicht verwundern, dass die Gebirgsgewässer für manche Hydrachniden einen passenden Aufenthaltsort bilden. Allerdings muss zugegeben werden, dass die Zahl der Individuen und der Arten mit zunehmender Höhe abnimmt. Doch haben die Untersuchungen im Rhätikon und St. Bernhardgebiet gezeigt, dass die hochalpine Fauna an Wassermilben sehr viel reicher ist, als angenommen wurde. Diese Thatsache trat besonders klar hervor, seitdem nicht nur die stehenden, sondern auch die rasch fliessenden Gewässer der Hochalpen auf ihren Tierbestand geprüft wurden. Gleichzeitig musste auch der früher gültige Satz einige Beschränkung erfahren, dass die Hydrachnidenfauna der Gebirge von derjenigen des Flachlands kaum verschieden sei. Wie weit diese Einschränkung zu gehen hat, soll die folgende Darstellung zeigen.

Nicht bestimmte Hydrachniden erwähnt Brandt aus den armenischen Alpenseen Goktschai und Tschaldyr — über 1900 m — und Forbes von hochgelegenen Lokalitäten des nordamerikanischen Felsengebirgs. Unbestimmt blieben leider auch die Funde von Imhof, Heuscher und Fuhrmann. Doch zeigen sie immerhin, dass für Wassermilben die obere Verbreitungsgrenze in den Alpen sehr hoch liegt. Imhof fand noch Hydrachniden im Lej Sgrischus, 2640 m; Heuscher fiel ihre reiche Vertretung in den Schwendiseen auf und Fuhrmann erbeutete Milben in zehn Seen des Gotthardgebiets bis zu 2375 m. Auch Blanchard und Richard berichten über die Gegenwart von Hydrachniden in Bächen, Tümpeln und Seen der französischen Alpen bei Briançon, in Höhen von 2000—2500 m. In der Gefangenschaft hielten sich die lebhaft rot gefärbten, lichtscheuen Tierchen längere Zeit; sie legten sogar Eier ab.

Bestimmteres Gebiet betreten wir mit den Angaben von Moniez und von Haller. Ersterer konstatierte im Silsersee, 1796 m, die Gegenwart der Gattungen *Nesaea* und *Atax* und letzterer erbeutete in Wasserbecken des Faulhorns, 2154 und 2335 m, *Limnesia histrionica* Bruz. und *Hygrobates longipalpis* Herm.

Digitized by Google

Daran schliessen sich eigene Funde aus dem Gebiet des Grossen St. Bernhard, aus dem Arosasee, den Gewässern des Rhätikon und denjenigen der Tiroler Alpen.

Aus den St. Bernhardseen verzeichnen meine Notizen *Lebertia tau-insignita* Lebert und *Elays extendens* O. F. M. Die erstere bewohnte den kalten, kleinen Bergsee von Plan des Dames, 2600 m, dessen Temperatur am 6. August nur auf 7,5° C. stieg; die letztgenannte Form fand sich im unteren Lac de Fenêtre, einem prächtigen Wasserbecken von 2420 m Höhe und 12° C. Temperatur am Morgen des 5. August. Der obere Arosasee, 1740 m, lieferte mir *Lebertia tau-insignita* in jungen und alten Exemplaren mitten im Winter, unter einer Eisdecke von beträchtlicher Dicke.

Ueber die Hydrachnidenfauna des Rhätikon und der Tiroler-Alpen gebe ich folgende Uebersicht.

Name	Fundorte	Sommertemp. des beobachteten Wassers. ° C.
1. *Atractides spinipes* C. L. Koch	Bäche im Gebiet der Sulzfluh. Zufluss des Partnunsees.	5—15
2. *Lebertia tau-insignita* Lebert	Alle Seen, sowie zahlreichste Brunnen, Quellen und Bäche des Rhätikon. Fehlt dagegen in warmen Tümpeln. Gletscherbäche des Kaunser-, Pitz- und Oetzthals.	4—15
3. *Sperchon glandulosus* Könike	Seen von Partnun und Tilisuna. Bäche von Partnun, Tilisuna und am Lünersee. Mieschbrunnen. Gletscherbäche im Tirol.	3—14
4. *Sperchon brevirostris* Könike	Bach im Thalgrund von Plasseggen.	7—10
5. *Sperchon longirostris* Könike	Wasserlauf beim Garschinasee.	11—15
6. *Sperchon mutilus* Könike	Bäche der Sulzfluh, Mieschbrunnen.	4—10
7. *Arrenurus maculator* O. F. Müll.	Lünersee.	6—14
8. *Feltria minuta* Könike	Brunnen bei Partnun, Gafiensee, Gletscherbäche im Tirol (Kaunser-, Pitz- u. Oetzthal).	5—10
9. *Feltria zschokkei* Könike	Gletscherbäche des Kaunser-, Pitz- und Oetzthals (Tirol).	6—10
10. *Feltria setigera* Könike	Ebendaselbst.	6—10
11. *Thyas* (Partnunia) *angusta* Könike	Partnunsee.	5—13
12. *Thyas* (Zschokkea) *oblonga* Könike	Bach auf Passhöhe von Plasseggen.	6—8
13. *Panisus michaeli* Könike	Landwasser bei Davos-Platz. (Gebiet dem Rhätikon benachbart).	?

Digitized by Google

Das Vorkommen der Hydrachniden im Rhätikon und den benachbarten Gebieten bedarf noch einiger Erläuterung. Der allerweitesten Verbreitung erfreut sich *Lebertia tau-insignita*. Sie meidet indessen sowohl die überhitzten und austrocknenden Tümpel am Grubenpass, am Rellsthalsattel und bei Partnun, als die nahrungsarmen Kaltwasserbecken auf der Todtalp, an den Kirchlispitzen und am Vierekerpass. Im warmen Garschinasee ist *Lebertia* selten, viel häufiger im hochgelegenen Gafiensee, mit seinen Sommertemperaturen von 8—10° C.

Massenhaft belebt die Milbe Ufer und Tiefe des Partnunsees und des Lünersees. In dem letztgenannten Wasserbecken steigt sie bis zu 80 und 90 m Tiefe hinab und findet sich in zahlreichen, alten und jungen Individuen unter der winterlichen Eisdecke. Ihr analoges Vorkommen im oberen Arosasee wurde bereits betont. Aber auch die raschfliessenden Bergbäche des Rhätikon und die Abflüsse der Oetzthaler Gletscher beherbergen die Hydrachnide. So steigt sie auf die Passhöhe von Plasseggen in einem Bach mit Sommertemperaturen von 6—8° C.

Endlich lebt *Lebertia* in kalten, moosdurchwachsenen Quellen. So sammelte ich im Mieschbrunnen bei Partnun, einer kalten Quelle, deren Temperatur jahrein jahraus zwischen 4—6° C. schwankt, im Laufe einer Stunde 251 Exemplare unserer Wassermilbe. Auf die Gegenwart von *Lebertia* im St. Bernhardgebiet wurde hingewiesen.

Die Vertreter der Gattung *Sperchon*, die von Könike in so grosser Zahl für den Rhätikon beschrieben wurden, die drei Arten von *Feltria*, *Thyas setigera* und *Panisus michaeli* gehören fast ausschliesslich den sehr kalten, raschfliessenden, oft reissenden Gebirgsbächen an, deren Temperatur sich auch im Sommer kaum über 10° C. erhebt. Sie halten sich in den Ritzen der Steine, besonders aber in den Moosrasen des Untergrunds auf. Einigen bieten auch die eiskalten Quellen Unterkunft.

Sperchon glandulosus wagt sich in die kalten Seen von Partnun und Tilisuna, oder wird vielleicht zufällig diesen Wasserbecken durch die Zuflüsse zugeschwemmt. *Sperchon mutilus* wurde in einem Wasserlauf beim See vom Garschina, *Thyas* (Partnunia) *angusta* im See von Partnun gefunden. Kleinheit und versteckte Lebensweise der Arten von *Sperchon*, *Feltria*, *Thyas* und *Panisus* machen es übrigens schwer, die Verbreitung der betreffenden Formen zu überblicken.

Als Bachbewohner tritt im Rhätikon auch *Atractides spinipes* auf. Das artenreiche Genus *Arrenurus* schickt in unser Untersuchungungsgebiet eine einzige Art, *A. maculator*, und auch diese fand sich nur einmal im Lünersee.

Für das gesamte Alpengebiet lässt sich folgende Liste aufstellen.

Digitized by Google

Hydrachniden der Alpen.

Name	m	Höchster Fundort.
1. Atax spec.	1796	Silsersee.
2. Atractides spinipes C. L. Koch .	1950	Bäche der Sulzfluh.
3. Hygrobates longipalpis Herm. .	2335	Faulhorn.
4. Lebertia tau-insignita Lebert .	2600	Lac du Plan des Dames.
5. Sperchon glandulosus Könike .	2150	Bäche bei Tilisuna.
6. Sp. brevirostris Könike . . .	1950	Bach gegen Plasseggen.
7. Sp. longirostris Könike . . .	2189	Wasserlauf am Garschinasee.
8. Sp. mutilus Könike	1950	Bäche der Sulzfluh.
9. Limnesia histrionica Bruz. . .	2335	Faulhorn.
10. Arrenurus maculator O. F. Müll.	1943	Lünersee.
11. Feltria minuta Könike . . .	2313	Ausfluss des Gafiensees.
12. F. zschokkei Könike	2000	Gletscherbäche im Tirol.
13. F. setigera Könike	2000	Gletscherbäche im Tirol.
14. Thyas (Partnunia) angusta Kön.	1874	Partnunsee.
15. Th. (Zschokkea) oblonga Kön. .	2345	Passhöhe von Plasseggen.
16. Panisus michaeli Kön.	1500	Davoser Landwasser.
17. Nesaea spec.	1796	Silsersee.
18. Elays extendens O. F. Müll. . .	2420	Unterer Lac de Fenêtre.

Die im Gebirge horizontal am weitesten verbreitete Species, *Lebertia tau-insignita*, steigt auch vertikal am höchsten empor; gleichzeitig erreicht sie, wie gezeigt werden soll, die bedeutendsten Tiefen der Seen im Gebirge (Lünersee) und in der subalpinen Ebene (Genfersee).

Die bis heute bekannte Hydrachnidenfauna der Hochalpen kann unschwer in zwei faunistische und biologische Gruppen eingeteilt werden.

Der ersten Abteilung gehören weitverbreitete, längstbekannte Kosmopoliten an. Sie bewohnen vorzugsweise die Seen und sind im allgemeinen nicht stenotherm. Ihren Import in die Alpenseen verdanken sie wohl den fliegenden Insekten und zum Teil auch den Vögeln. Die Einfuhr geht bis zum heutigen Tage weiter.

Die zweite Gruppe rekrutiert sich aus sehr stenothermen Bewohnern eisiger Sturzbäche und kalter Quellen. Ihre Verbreitung beschränkt sich auf die Alpen und andere Gebirge. Sie drücken der Bergfauna einen charakteristischen Stempel auf. Zu ihren Gunsten musste Könike in seiner Bearbeitung der Rhätikonhydrachniden zahlreiche neue Arten und sogar neue Genera — *Feltria, Zschokkea, Partnunia, Panisus* — schaffen. Während die Vertreter der ersten Gruppe schwimmen, besitzen diejenigen der zweiten Schwimmvermögen nicht oder nur in geringem Grad. Die Art ihres Imports in die Gebirgsbäche ist unklar; doch liegt der Gedanke nahe, ihre Einfuhr weit zurück zu

Digitized by Google

verlegen und die Tiere in direkten Zusammenhang mit der glacialen Fauna zu bringen. Die eigentümliche Zusammensetzung der hochalpinen Hydrachnidenliste aus zweierlei Elementen rückt biologische und tiergeographische Fragen in den Vordergrund. Dabei ist die Zusammensetzung beider Gruppen zunächst etwas näher zu prüfen.

Zur ersten Gruppe, zu den eurythermen Kosmopoliten, gehört vor allem *Elays extendens*, eine Form, die in ganz Europa gemein ist. Ihrer Verbreitung sind übrigens noch weitere Grenzen gezogen. Stuhlmann fand sie in Ostafrika und bei Kairo, Barrois in Syrien, Tyrrell und Ward in Nordamerika. Im Norden bevölkert sie die zwischen bottnischem Busen und weissem Meer gelegenen Seen Finnlands. So kann ihre gelegentliche Verschleppung in hochalpine Gewässer kaum überraschen.

Aehnliches gilt von *Arrenurus maculator*. Piersig kennt ihn aus Deutschland, Frankreich, Dänemark, Südrussland, Italien und der Schweiz. In letztgenanntem Lande konstatierte ihn Steck für den Moosseedorfsee bei Bern. Eine ganz ähnliche weite Verbreitung geniessen *Hygrobates longipalpis* und *Limnesia histrionica*. Die erstgenannte Hydrachnide bewohnt fliessendes und stehendes Wasser, gewandt laufend aber auch schwimmend, trotzdem ihr die Schwimmhaare fehlen. Sie steigt, nach Zacharias, in die Gewässer des Riesengebirgs; wir kennen sie indessen auch aus Palästina, Algier, Nordamerika, Südrussland, Schweden und Finnland. In die Reihe der Kosmopoliten dürfen mit allem Recht auch die Genera *Atax* und *Nesaea* gestellt werden, deren Gegenwart im Silsersee Moniez meldet.

Als Bindeglied zwischen der ersten und zweiten biologischen Gruppe, den Schwimmern und den Läufern, den stenothermen Bachbewohnern und den eurythermen Seebewohnern, den Kosmopoliten und den Lokalformen unter den Gebirgshydrachniden hat, biologisch und geographisch, *Atractides spinipes* zu gelten. Das Tier ist selten, besitzt aber einen ziemlich weitgehenden Verbreitungsbezirk, der mir indessen auf den Norden beschränkt zu sein scheint. Ich nenne, nach verschiedenen Autoren, als Heimat der Milbe Norddeutschland, die Eifel, Nordfrankreich, Schweden, Canada und die Schweiz. Stehendes und stark fliessendes Wasser gleichzeitig bewohnend, nimmt die Hydrachnide auch in dieser Beziehung eine Zwischenstellung ein. Sie zieht gehende und kletternde Bewegung der schwimmenden vor. Im Rhätikon traf ich sie nur in kalten, lebhaft bewegten Bächen. Nordisch-glacialer Ursprung scheint mir für *Atractides* wahrscheinlich zu sein.

Nicht unähnlich verhält sich endlich *Lebertia tau-insignita*. Sie belebt in grösster Häufigkeit die Alpenseen vom Ufer bis zur Tiefe, schlägt aber auch gleichzeitig ihre Heimat massenhaft im Bergbach und in der kalten Quelle auf. Forel, Duplessis und Asper haben uns mit der Thatsache bekannt gemacht, dass *Lebertia* in grösster Menge auch die mittleren Tiefen der subalpinen Seen bewohnt. Im Genfersee ist sie sehr häufig von 20—80 m Tiefe; in ähnlicher Weise kommt das Tier im Züricher-, Zuger-, Vierwaldstättersee u. s. w. vor. So ergiebt sich für die Tiefe der grossen subalpinen Seen und für das Ufer hochgelegener Wasserbecken der Alpen eine neue faunistische Aehn-

Digitized by Google

lichkeit. Bekanntlich sind an beiden so weit voneinander abliegenden Lokalitäten auch Lamellibranchier, Anneliden und Turbellarien durch identische Formen vertreten.

Immerhin darf nicht verhehlt werden, dass *L. tau-insignita* auch in der Ebene das Ufer bewohnt, wenn auch seltener und weniger massenhaft, als im Gebirge. So kennen wir die Hydrachnide vom Litoral zahlreicher schweizerischer Seen, aus seichten Gewässern Deutschlands, Frankreichs, Schwedens und Böhmens. Sie wurde ferner gefunden im oberitalienischen Gardasee, durch Barrois in Syrien und durch Tyrell in Nordamerika. Zacharias verfolgte *Lebertia* im Riesengebirge bis in den Kochelteich, 1240 m. Hapttummelplätze des weit verbreiteten Tiers aber bleiben das Ufer der Hochalpenseen und die Tiefe der subalpinen Wasserbecken.

Damit hätten wir die weit verbreiteten Kosmopoliten, von denen die meisten nur selten und zufällig in die Gebirge emporsteigen, aufgezählt. Die zweite Gruppe der Alpenhydrachniden setzt sich zusammen aus Arten der Gattungen *Sperchon*, *Feltria*, *Partnunia*, *Thyas* und *Panisus*. Es sind ausschliessliche Bergtiere, Bewohner des kalten, rasch fliessenden Wassers. Sie leben unter den Steinen der Bergbäche, drängen sich in die kleinsten Ritzen und Spalten, oder halten sich fest zwischen den Pflanzenwurzeln des Bachrands, oder im überfluteten Moos der sprudelnden Quellen. Mehr vereinzelt auftretend, scheinen diese kleinen Hydrachniden doch innerhalb der Gebirge ziemlich weite Verbreitungsbezirke zu besitzen.

Die Gattung *Sperchon* wurde von Kramer für die im Thüringer Wald gefundene Art *Sp. squamosus* gegründet und später von Könike neu definiert. Im Rhätikon zählt sie, wie gezeigt wurde, nicht weniger als vier Vertreter. *Sperchon longirostris* stammt aus einem kleinen Wasserlauf in der Nähe des Garschinasees, *Sp. mutilus* wurde in den Bergbächen der Sulzfluh und im Mieschbrunnen, einer reichen, konstant kalten Quelle bei Partnun gefunden. Beide Arten kehren im Erzgebirge wieder. Die Fundorte von *Sp. glandulosus* im fliessenden und stehenden Wasser des Rhätikon wurden oben aufgezählt. In den letzten Jahren hat sich der bekannte Verbreitungsbezirk des Tierchens durch eine Reihe von Funden, die sich alle auf Gebirgsgegenden und meistens auf rasch fliessende, kühle Bäche beziehen, beträchtlich erweitert. Zacharias fand *Sp. glandulosus* in der grossen und kleinen Iser und im kleinen Koppenteich des Riesengebirgs, Piersig im Gebiet des Erzgebirgs, Tyrrell in Bächen des nordamerikanischen Felsengebirgs und ich selbst im Gletscherwasser Tirols.

Interesse bietet auch die geographische Verbreitung von *Sp. brevirostris*, den wir in einem sehr kalten Bach des Rhätikon trafen. Das Tier ist, nach Könikes genauen Untersuchungen, identisch mit der durch Barrois in den Sturz- und Quellbächen der Azoren entdeckten Hydrachnide. Dort hält sich *Sp. brevirostris* gruppenweise in Löchern der Basalttrümmer auf, die den Untergrund der lebhaft bewegten Wasserläufe bilden. In den kalten, höchstens 15,5 ° C. messenden Bächen, konnte Barrois die Milbe bis zu 800 m nachweisen; nie gelang es ihm aber, dieselbe in den wärmeren Kraterseen zu

Digitized by Google

erbeuten. Steigende Temperatur tötet *Sp. brevirostris* ebenso rasch, wie seine Gattungsgenossen. Vor kurzem sammelte Zacharias dasselbe Tier im Kochelteich und im kleinen Koppenteich des Riesengebirgs, 1240 und 1168 m. Auch aus dem Erzgebirge und der Tátra wurde die Milbe bekannt.

Feltria zschokkei und *F. setigera*, *Thyas angusta (Partnunia)*, *Thyas (Zschokkea) oblonga* und *Panisus michaeli* gehören, nach unserem heutigen Wissen, ausschliesslich den Hochalpen an. Ihre einzigen Fundorte sind in der oben zusammengestellten Tabelle verzeichnet. *Feltria minuta* dagegen, die wir aus einem Brunnen bei Partnun, aus dem Abfluss des hoch gelegenen Gafiensees und aus den Gletscherbächen des Gepatsch- und Mittelbergferners im Tirol kennen, ist auch in Canada durch Tyrrell entdeckt worden. In Bächen der bayrischen Alpen sammelte Piersig jüngst die neue Art *Feltria georgei*.

Zwei verschiedene Elemente, Kosmopoliten und spezielle Gebirgsformen, treten auch zur Hydrachnidenfauna anderer Hochgebirge zusammen. Aehnlich wie die Alpen verhält sich in dieser Beziehung die Hohe Tátra. Wierzejski und v. Daday fiengen dort Repräsentanten der weit verbreiteten Genera *Atax* und *Nesaea*. *N. unguiculata* steigt speziell bis in den Fischsee und den Poppersee, 1404 und 1507 m.

In einer interessanten Arbeit spricht sich Piersig über die Hydrachniden der Hohen Tátra, eines Gebirgs, das alpinen Charakter trägt, aus. Ueber 1600 m fand er in den stehenden Gewässern keine Wassermilben mehr. Dagegen lebte eine eigentümliche Hydrachnidenfauna in den sehr kalten Giessbächen (4—6° R.) bis zu 2000 m. Die Tiere sassen meistens in dem dichten, kurzrasigen Moosüberzug der untergetauchten Steine. Am häufigsten waren sie da, wo die Bäche sich in die Seen ergiessen. An solchen Stellen fand Piersig drei neue Vertreter der Gattung *Feltria* — *F. clipeata*, *F. rubra* und *F. scutifera* — und, um die Analogie mit den Hochalpen vollständig zu machen, je eine neue Art von *Atractides* und *Lebertia*, *A. loricatus* und *Lebertia papillosa*.

Aber auch in Gewässern der Mittelgebirge kehren unsere hochalpinen Bachbewohner wieder, sofern ihnen bewegtes Wasser von tiefer Temperatur zur Verfügung steht. Ueber diese Verhältnisse klären uns Mitteilungen von Könike, Piersig und Protz auf. Im kurzrasigen Moospolster untergetauchter Steine der kleinen Mittweida im sächsischen Erzgebirge fand Piersig die neuen Arten *Feltria muscicola*, *F. circularis* und *Atractides gibberipalpis*; aus dem Quellbecken eines sehr kalten Waldbachs desselben Gebiets stammt *Hygrobates polyporus* n. spec., eine äusserst lebenszähe *Hydrachnide*. In Giessbächen des Frankenwalds lebt *Hygrobates reticulatus* Kramer; auch *H. calliger* Piersig ist bachbewohnend. Piersig hebt mit Recht hervor, dass die nächsten Verwandten dieser Milben im Hochgebirge und im hohen Norden zu suchen seien. Die Gattung *Panisus* fand einen neuen, dem Davoser *P. michaeli* nahestehenden Vertreter in *P. torrenticolus* Piersig, aus Bächen der sächsischen Schweiz und des mittleren Erzgebirgs. Der Gattung *Thyas* schliesst sich das Genus *Protzia* Piersig, mit der Species *P. invalvaris*, einem Bachbewohner aus Thüringen und dem Erzgebirge, an. Eine zweite Art, *P. eximia*

Digitized by Google

Protz, bewohnt kalte, starkfliessende Bäche des Eberswalder Forsts. *Lebertia* wird in den Giessbächen des Erzgebirgs durch Piersigs neue Art *Leb. rugosa* vertreten. Auch hierin liegt also wieder eine Parallele zu den Alpen. *L. papillosa* der Tátra gehört auch dem Erzgebirge und der Aare bei Bern an.

Könike verdanken wir die Beschreibung der von Steck, Tyrrell und Zacharias in kalten Gewässern der Schweiz, Nordamerikas und des Isergebirges gesammelten *Sperchon*-Arten. Es sind *Sp. denticulatus*, *Sp. parmatus*, *Sp. tenuipalpis* und *Sp. hispidus*. Piersig fügt ihnen aus Thüringen *Sp. clupeifer* bei. Als weitere Bach- und Strombewohner haben zu gelten: *Aturus scaber* Kramer, *Torrenticola anomala* Piers. und *Albia stationis* Thon.

Besonderes Interesse beanspruchen auch die Mitteilungen von Protz. Im Nonnenfliess, einem gebirgsbachähnlichen Gewässer der Umgebung Berlins von sehr niedriger Temperatur (9—10 ° C.), entdeckte er die neue Art *Sperchon verrucosus* in Gesellschaft von *Sp. glandulosus* und der schon genannten *Protzia eximia* n. spec. Die Tiere hielten sich im stark fliessenden Wasser an den Bachkieseln und dem angestauten Bachgeniste. Weiter abwärts, in langsamer fliessendem Wasser, lebten zahlreich: *Sperchon squamosus*, *Lebertia tau-insignita*, *Atractides spinipes*, *Hygrobates* spec. Die Analogie mit alpinen Verhältnissen springt in die Augen. So drängt sich der Schluss auf, dass kalte, stark fliessende Bäche von einer speziellen Hydrachnidenfauna bevölkert werden, deren vornehmste Vertreter die Gattungen *Sperchon*, *Feltria*, *Panisus*, *Partnunia* und z. T. *Thyas* sind. Voraussetzung für ihr Gedeihen ist in erster Linie sehr tiefe, glaciale Temperatur. Sie bilden eine faunistisch-geographische und eine biologische Einheit. Systematisch dagegen liegen die genannten Genera weit auseinander. *Sperchon* und *Feltria* gehören zur Unterfamilie der *Hygrobatinae*, während *Panisus* und *Thyas* zu den *Hydryphantinae* zählen.

Ganz natürlich wirft sich nun die Frage auf, in welcher Weise die genannten Bewohner der Gebirgsbäche an das Leben im rasch fliessenden, kalten Wasser angepasst seien, ob gleichartiges Vorkommen und gleichartige Gewohnheiten den systematisch verschieden gestellten Milben einen gemeinsamen morphologischen Stempel aufgedrückt habe.

Als allgemeines, biologisch wichtiges Merkmal dieser Wildbachbewohner darf ihr geringer Umfang, ihre Kleinheit betrachtet werden. Sie erlaubt es, Schutz im dichtesten Moospolster, in den engsten Ritzen und hinter den geringfügigsten Erhabenheiten des Untergrunds zu suchen und so dem Wasserandrang zu entgehen. Unsere Tierchen gehören zu den Zwergen unter den Hydrachniden. Davon mögen einige Zahlen überzeugen.

Name	Länge	
	♀ mm	♂ mm
Atractides gibberipalpis . .	0,8—0,9	0,6
A. loricatus	0,6—0,7	—
Sperchon squamosus . . .	1,0	—
Sp. glandulosus	1,2	1,0

Digitized by Google

Name	Länge ♀ mm	Länge ♂ mm
Sp. brevirostris	1,5	—
Sp. longirostris	0,8	—
Sp. denticulatus	0,8	—
Sp. mutilus	0,95	—
Sp. tenuipalpis	0,95	—
Sp. verrucosus	1,1	kleiner
Sperchon hispidus	0,65	—
Sp. pachydermis	1,13	—
Sp. parmatus	1,2	—
Sp. clupeifer	0,5—0,6	—
Feltria minuta	0,35	—
F. zschokkei	0,45	—
F. setigera	0,43	—
F. muscicola	0,42—0,43	0,37
F. clipeata	0,38	—
F. rubra	0,368	—
F. scutifera	0,51	—
F. circularis	0,39	—
F. georgei	—	0,32
Thyas angusta	1,1	—
Th. (Zschokkea) oblonga . .	1,0	—
Panisus michaeli	1,3	—
P. torrenticolus	1,3	—
Protzia eximia	0,9—1	kleiner
P. invalvaris	1,1—1,3	—
Hygrobates polyporus . .	1,1—1,2	0,9
Lebertia rugosa	1,0	—
Aturus scaber	0,45—0,5	0,336
Torrenticola anomala . . .	0,75	kleiner
Albia stationis	0,94	—

In Bezug auf Grösse steht die Gattung *Feltria* weit hinter *Sperchon* zurück; sie dürfte also dem Aufenthalt im Bach besser angepasst sein, als die letztgenannte Gattung. Dies bestätigt sich auch in anderer Richtung.

Ein zweites Merkmal der Hydrachniden, welche in Gebirgsbächen hausen, liegt im Aufgeben der Schwimmfähigkeit, oder in der Einschränkung derselben auf ein

Digitized by Google

Minimum. An die Stelle der schwimmenden Bewegung tritt die kriechende und besonders die kletternde.

Das drückt sich morphologisch bei allen Genera, die in Betracht fallen, übereinstimmend durch die Abwesenheit der Schwimmhaare aus. Diese Bildungen fehlen bei *Feltria, Thyas, Panisus, Zschokkea, Sperchon, Protzia, Aturus* ebensogut, als bei *Atractides gibberipalpis, A. loricatus* und *Hygrobates polyporus. Atractides spinipes* besitzt noch ein einziges, schwer wahrnehmbares Schwimmhaar.

Hand in Hand mit der Rückbildung der Schwimmhaare scheint eine Verkürzung und gleichzeitig eine Verstärkung der Gliedmassen zu gehen, die so ihrem im Bach zu leistenden Dienst immer besser angepasst werden. Bei *Sperchon* sind die Füsse noch ziemlich gestreckt. *Sp. glandulosus* z. B. besitzt einen ersten Fuss von der eigenen Körperlänge; die folgenden Füsse nehmen an Länge allmälig zu, der letzte misst 1,43 mm. Daran schliessen sich *Sp. denticulatus* und *Sp. mutilus*. Bei den amerikanischen Arten *Sp. parmatus* und *Sp. tenuipalpis* ist die letzte Extremität ebensolang, wie der Körper; und bei *Sp. brevirostris* endlich misst der Körper 1,5 mm, der erste Fuss 0,88, der letzte 1,31 mm. Durch besonders kräftige Gliedmassen zeichnet sich *Sp. hispidus* aus.

Auffallender wird das Verhältnis zwischen Körperlänge und Fusslänge bei Hydrachniden, die dem Bach noch mehr angepasst sind, als *Sperchon*. Bei allen Arten von *Feltria* sind die Beine mässig lang und sehr kräftig; auch das letzte erreicht oder übertrifft kaum die Körperlänge.

Von *Thyas angusta* bemerkt Könike ausdrücklich, dass die drei vorderen Fusspaare kurz seien und auch das letzte die Körperlänge nicht erreiche. Noch kürzer bleiben die Füsse bei *Th. (Zschokkea) oblonga*. Aehnliches gilt von den zahlreichen *Thyas*-Arten Nordamerikas. Es sind Hydrachniden von sehr mässigem Körperumfang, mit kurzen oder sogar sehr kurzen Füssen, die keine Schwimmhaare tragen. Thyasgliedmassen besitzt auch *Panisus michaeli*.

Positiv zeichnen sich die Extremitäten der Wassermilben aus Gebirgsbächen durch äusserst starke Krallenbewaffnung aus. Die Krallen werden beim Festhalten auf dem Untergrund des reissenden Wassers gute Verwendung finden. Grosse Doppelkrallen besitzen die Arten der Gattung *Feltria*, ähnliches wissen wir von *Thyas angusta (Partnunia), Th. (Zschokkea) oblonga* und *Sperchon verrucosus*. Aber auch die übrigen Species der Gattung *Sperchon* bleiben in dieser Hinsicht kaum zurück.

Ein letztes, wie mir scheint, nicht bedeutungsloses Merkmal der den Wildbach bewohnenden Wassermilben dürfte die relativ sehr beträchtliche Grösse ihrer Eier sein. Leider sind wir über diesen Punkt noch ungenügend unterrichtet. Doch steht fest, dass die Eier der *Feltria*-Arten ganz ausserordentlich gross sind. Dasselbe gilt für *Thyas (Zschokkea) oblonga*, während die Eier von *Sperchon* verhältnismässig bedeutend kleiner bleiben.

Digitized by Google

Einige Zahlen mögen auch hier sprechen:

Name	Körperlänge mm	Eilänge mm	Verhältnis
Sperchon brevirostris .	1,5	0,2	1 : 7
Sp. glandulosus . . .	1,2	0,21	1 : 6
Sp. denticulatus . . .	0,8	0,16	1 : 5
Feltria minuta . . .	0,35	0,13	1 : 2,7
F. zschokkei	0,45	0,112	1 : 4
F. setigera	0,43	0,132	1 : 3
Torrenticola anomala .	0,75	0,17	1 : 4

Es scheint nicht zu gewagt, anzunehmen, dass die Grösse der Eier auf lange Embryonalentwicklung innerhalb der Eischale deutet. Die Jungen würden so in einem relativ fertigen und kräftigen Zustand zur Welt kommen und imstande sein, den ungünstigen Lebensbedingungen im Gebirgsbach, dem Wasserandrang, der tiefen Temperatur, dem Nahrungsmangel, besser zu trotzen. Anpassung an das reissende, kalte Wasser würde zur Ausbildung wenig zahlreicher, aber grosser Eier führen. Analoge Beispiele der Beeinflussung von Eizahl und Eigrösse durch tiefe Temperaturen bietet die Tiefsee.

So dürfen wir denn auf die Frage, ob in den Gebirgsbächen systematisch verschieden gestellte Hydrachniden gemeinsame morphologische Züge zur Schau tragen, bejahend antworten. Die speziellen biologischen Bedingungen kalter Sturzgewässer haben durch Konvergenz systematisch Verschiedenes morphologisch gleich gemacht.

Alle Hydrachniden der kalten Bäche zeichnen sich aus durch Kleinheit und durch Mangel von Schwimmhaaren an den kurzen, aber kräftigen, mit starken Krallen bewehrten Extremitäten. Sie legen umfangreiche Eier ab.

Diese Merkmale treten weitaus am deutlichsten bei der Gattung *Feltria* hervor. Ihre Arten gehören denn auch fast ausschliesslich den reissenden Bächen der eigentlichen Hochgebirge, der Alpen, der Hohen Tátra an. Sie sind in keiner Weise befähigt, sich schwimmend vorwärts zu bewegen. Weniger dem Bach angepasst ist das Genus *Sperchon*, doch verhalten sich seine einzelnen Species etwas verschieden. Der Körper bleibt grösser, die Beine länger, weniger stark bewaffnet, die Eier kleiner als bei *Feltria*.

Relativ am wenigsten dem Leben im Gebirgsbach fügen sich *Sperchon glandulosus* und *Sp. brevirostris*. Es ist recht bezeichnend, dass diese beiden grössten und am wenigsten spezialisierten Arten auch in stehenden Gewässern getroffen worden sind, in denen sie sich noch ungeschickt schwimmend vorwärts zu bewegen vermögen. Gleichzeitig geniessen sie die weiteste Verbreitung; mussten wir doch unter ihren Fundorten die Schweiz, Tirol, Deutschland, Nordamerika und die Azoren aufzählen.

Die dem Bachleben angepassten Hydrachniden bilden nur einen Bruchteil einer grösseren biologischen Tiergesellschaft, welche die rasch fliessenden Wasserläufe der

Digitized by Google

Hochgebirge bewohnt und über deren Spezialisierung in einem besonderen Kapitel gehandelt werden soll.

Das Zusammenleben von *Sperchon*, *Thyas*, *Feltria*, *Panisus*, *Atractides* und andern Hydrachniden mit zahlreichen Insekten dürfte auch ihre Weiterverbreitung von Gletscherbach zu Gletscherbach, von kalter Quelle zu kalter Quelle sichern. Wasserkäfer und Hydrometren, Larven von Dipteren, Perliden, Ephemeriden, Phryganiden bevölkern die Gebirgsbäche in sehr grosser Zahl bis an die Grenze des ewigen Schnees. So wird es den Hydrachniden hochalpiner Wasserläufe an geeigneten Vehikeln zu weiterer Verbreitung kaum fehlen.

An dieser Stelle mag die wiederholte Beobachtung passend ihren Platz finden, dass Larven von *Limnophilus* aus sehr bewegten Bächen des Rhätikon häufig mit sechsfüssigen Hydrachnidenlarven besetzt waren. Die Zuflüsse des Lünersees, sowie der Seen von Partnun und Tilisuna, der kalte Mieschbrunnen und die hoch gelegenen Bäche am Plasseggenpass lieferten mir so infizierte Phryganidenlarven. Leider kann über die Zugehörigkeit der jungen Wassermilben zu einer erwachsenen Form mit Sicherheit nicht entschieden werden. Die angeführten Fundorte deuten am ehesten auf einen Zusammenhang mit *Sperchon*. Die Larven waren lebhaft rot gefärbt.

Schwierig zu beantworten ist die Frage nach der historischen Herkunft der die Bäche charakterisierenden Hydrachnidengenera. An einen heute noch stattfindenden Import aus dem Flachland kann nicht gedacht werden; denn die betreffenden Wassermilben fehlen den warmen Gewässern der Ebene. Die strenge Beschränkung von *Sperchon*, *Feltria*, *Panisus*, *Thyas* auf sehr kaltes, ja oft glaciales Wasser, legt den Gedanken nahe, in diesen Wassermilben Ueberreste der glacialen oder unmittelbar postglacialen Fauna zu erblicken. Im kalten Schmelzwasser der grossen Gletscher besassen wohl diese Hydrachniden während und am Schluss der Eiszeit eine weite Verbreitung. Heute fristen sie ihr Leben noch am Gletscherrand der Hochalpen und in einzelnen, zerstreuten Inseln der Mittelgebirge, wo ihnen konstant kaltes Wasser zur Verfügung steht. So haben sie die zurückweichenden Gletscher begleitet und sind an manchen Lokalitäten in enge Bezirke eingesperrt worden, aus denen es einen Ausweg nicht mehr giebt. Höchstens können diese stenothermen Milben durch fliegende Insekten die sich ihnen entgegenstellenden klimatischen Schranken durchbrechen und in andere kalte Gewässer übertragen werden.

In den Hochalpen stellen die genannten Bach-Hydrachniden einen relativ alten Teil der Fauna dar, der heute isoliert ist und durch neuen Import aus der Ebene nicht mehr verstärkt wird. Ihnen stehen gegenüber die neuen Einwanderer, kosmopolitische Wassermilben, die durch Insekten oder Vögel noch täglich vom Flachland aus in die Alpenseen verschleppt werden können.

Die Auffassung der Gebirgsbach-Hydrachniden als glaciale Relikte erhält eine starke Stütze durch das ähnliche Verhalten eines Strudelwurms, dessen Reliktencharakter

Digitized by Google

die äusserst sorgfältigen Arbeiten von Voigt sehr wahrscheinlich gemacht haben. Ueber das Vorkommen, die Verbreitung und die Lebensweise dieser Turbellarie, *Planaria alpina* Dana, ist an anderer Stelle eingehend berichtet worden. Doch sei hier daran erinnert, dass *Pl. alpina*, wie unsere Hydrachniden, in hohem Grade stenotherm ist; Temperaturen von mehr als 12—15° C. werden ihr verhängnisvoll. Mit den uns beschäftigenden Milben teilt die Turbellarie auch die grossen Züge der Verbreitung. Sie bewohnt mit der grössten Regelmässigkeit, und oft in gewaltigen Zahlen, alle kalten, fliessenden und stehenden Gewässer der Alpen bis hinauf zur Schneegrenze und kehrt sporadisch zerstreut in kühlen Quellen und Bächlein der Mittelgebirge wieder. So kennen wir sie aus England, so aus dem Jura und Schwarzwald bei Basel, aus dem Taunus, Siebengebirge, Hunsrück, der Haardt, der Eifel, der Rhön, dem Thüringerwald, dem Harz, dem Riesengebirge und manchen anderen Gebirgslokalitäten Deutschlands.

Der glaciale Charakter von *Pl. alpina* wird nicht nur durch stenothermes Verhalten und geographische Verbreitung wahrscheinlich gemacht, sondern auch durch den Umstand, dass die Fortpflanzungszeit des Strudelwurms, wenigstens in den Mittelgebirgen, in die kalte Jahreszeit fällt. Hochalpin allerdings scheint sich das Tier ganz normal, hauptsächlich im Sommer, zu vermehren. In Bezug auf Fortpflanzung in tieferer und höherer Lage verhält sich also *Pl. alpina* ähnlich wie der nordisch-glaciale *Cyclops strenuus*.

Kennel nahm bereits *Pl. alpina* als Eiszeitrelikt in Anspruch; Voigt gelangt zum Schluss, dass die Turbellarie vor den allgemeinen Vergletscherungen die Alpen bevölkerte, während der Eiszeit in die Ebene vordrang und am Schluss der Gletscherperiode in die Alpen zurückwich und in den Mittelgebirgen Refugien fand. Aehnliches möchten wir für die Hydrachniden postulieren, die mit *Planaria alpina* heute Verbreitung und stenotherme Bedürfnisse teilen.

Ueber die Hauptvermehrungszeit der Hydrachniden im Hochgebirge kann ich zusammenhängende Daten nicht vorbringen. Ganz junge und adulte Individuen von *Lebertia tau-insignita* fand ich gleichzeitig zu allen Jahreszeiten, sogar unter dem Eis des Lünersees und des Obersees von Arosa. Immerhin verdient vielleicht die Beobachtung Erwähnung, dass im Mieschbrunnen im Juli die Larven von *Lebertia* ungemein häufig waren, während sich dort im September und Oktober nur ausgewachsene Tiere in grosser Zahl fanden. Es liesse dies auch für *Lebertia* auf gesteigerte Fortpflanzungsthätigkeit unmittelbar nach dem Eisbruch schliessen.

Die Färbung der Hydrachniden in Hochgebirgsseen giebt mir nur zu der einen Bemerkung Anlass, dass *Lebertia tau-insignita* zu jeder Zeit und an jedem Ort, am Ufer, wie in der Tiefe, im See, wie im Bach, im Rhätikon, wie im St. Bernhardgebiet, nur in der dunkelbraunen Varietät auftrat. Rote Tiere fehlten ganz. Ob darin eine Parallelerscheinung zur Dunkelfärbung anderer Alpenbewohner, Käfer z. B., liegt, wäre zu entscheiden.

Von Oribatiden traf ich im Garschinasee *Notaspis lacustris* Mich. Dieselbe Form

Digitized by Google

kehrte im Lünersee bis zu 50 m Tiefe wieder. Sie ist übrigens in Gewässern der Schweiz und von Norddeutschland weit verbreitet. Im Riesengebirge erreicht sie beträchtliche Höhe; auch meidet sie, nach Lemmermann, nicht das schwach salzhaltige Wasser des Waterneverstorfer Binnensees.

Aus dem Lac de Champex meldet Studer eine kleine, rostrote Oribatide.

Als mehr zufällige Gäste der Rhätikonseen dürfen wohl betrachtet werden: *Trombidium plancum* O. F. M., *Trombidium* spec., *Gamasus* spec. und *Damaeus geniculatus* Koch.

24. Rhynchota.

Wasserbewohnende Hemipteren beleben in oft grosser Zahl kleinere Lachen und Tümpel, sowie warme, sandige und schlammige kleine Seebecken der Gebirge bis zu bedeutender Höhenlage. Besonders gedeihen in den Hochalpen die Vertreter der Gattungen *Hydrometra*, *Corixa* und *Notonecta*, während *Naucoris*, *Nepa* und *Ranatra* auf viel niedrigerer Höhenstufe Halt machen.

Garbini sammelte über 1000 m noch drei Arten von *Corixa*, zwei Formen von *Notonecta* und drei verschiedene Wasserläufer; Heller und v. Dalla Torre nennen als alpin *Corixa distincta* Fieb., *Hydrometra paludum* Fabr. und *Hydrometra costae* Herrich-Schaeffer.

Im Rhätikon erwiesen sich die Tümpel bei Partnun, am Grubenpass, am Rellsthalsattel, der algenreiche Nordabschnitt des Partnunsees, besonders aber das seichte und warme Wasserbecken von Garschina als reich an Wasserwanzen. Die diesbezüglichen Funde fasse ich mit einigen Angaben anderer Autoren zusammen, ohne die faunistische Verbreitung aquatiler Rhynchoten im Hochgebirge erschöpfend behandeln zu wollen.

1. *Hydrometra costae* Herrich-Schaeffer (identisch oder sehr nahe stehend *H. thoracica* Schml.).

Im Hochsommer häufig auf allen Tümpeln und Lachen des Rhätikon bis zu 2300 m Höhe (Plasseggen), auch auf den Seen von Partnun und Garschina. Bäche und Tümpel auf der Pillerhöhe und im Gepatsch (Tirol), 2000—2100 m. Frey-Gessner meldet *H. costae* von zahlreichen Fundorten der Umgebung von Sedrun bis zu 2100 m (Bündner-Oberland) und fügt bei: „Wo nur immer in den Alpen ein Tümpelchen sich findet, gleiten gewiss solche Hydrometren darauf herum."

Aehnlich spricht sich Killias aus. Er kennt das Tier als die häufigste Wasserläufer-Art des Kantons Graubünden. In den obersten Lagen tritt sie beinahe ausschliesslich auf. So belebt sie die Tümpel und Seen des ganzen Engadins, steigt im Oberland bis über 2000 m, tummelt sich auf dem Oberalpsee und überschreitet an der Bernina 2300 m.

Aus dem südlichen Gotthardgebiet erwähnt Fuhrmann denselben Wasserläufer

Digitized by Google

bis zu 2000 m auf dem See von Cadagno und auf den Tümpeln von Ritom und Piora. Blanchard und Richard kennen das Tier aus den französischen Alpen bis zu 1800 m, Lac du Pontet, und 2300 m, Lac sans nom auf dem Plateau du Gondran. Pugnat verzeichnet dasselbe in Savoyen vom Lac de la Flaine, 1411 m.

Aus der Hohen Tátra führt Wierzejski die identische, oder doch sehr nahe verwandte *H. thoracica* Schml. an.

H. costae darf also wohl als echter Gebirgsbewohner gelten, während sie, nach Burmeister, Fieber und Herrich-Schaeffer in der Ebene nicht allgemein verbreitet ist.

2. *Hydrometra thoracica* Schum. verzeichnet Killias von Nufenen, 1576 m.

3. *Hydrometra lacustris* Herrich-Schaeffer.

Sommer und Herbst Tümpel am Partnunsee, 1930 m; nach Blanchard und Richard auch Lac du Pontet, 1800 m.

4. *Hydrometra paludum* Fabr.

Die auf Tümpeln und Bächen durch ganz Europa gemeine Form fand ich vereinzelt auf dem kleineren Seeabschnitt von Partnun, 1874 m.

5. *Hydrometra rufoscutellata* Latr.

Lünersee, 1943 m, auf eben vom Eis freiwerdenden Stellen.

6. *Velia currens* Fabr.

Nach Blanchard und Richard auf den Etangs de la Vachère, 1400 m, in den französischen Alpen.

7. *Notonecta glauca* L.

In seltenen, jugendlichen, unausgefärbten Exemplaren, Ende Juli und im August im Garschinasee, 2189 m. Nach brieflicher Mitteilung von Killias auch im Tarasper See und See der Lenzer Haide (über 1500 m). Als weitere hochalpine Fundorte der so gemeinen Wasserwanze nennt Fuhrmann die Sümpfe von Piora, 2106 m, vom Piano dei porci, 2200 m und den See am Passo dell' uomo, 2312 m. Hieher zählen wahrscheinlich auch die jungen *Notonecta*-Larven Pugnats aus dem Lac de Gers, 1555 m und Imhofs unbestimmte *Notonecta* aus dem God Surlej und den zwei kleinen Seen von Mortels am Piz Corvatsch, 2520 und 2610 m. Die letztgenannte Lokalität stellt den höchsten bekannten Alpen-Fundort für Wasserwanzen dar.

Wierzejski fand *N. glauca* in der Hohen Tátra nur bis zu 1226 m; dagegen fand er *N. fabricii* var. *nigrolineata* Fieb. noch bei 1795 m. Dieselbe Form beobachtete Pugnat auf dem Salève bei Genf, 1172 m.

8. *Corixa cognata* Fieb.

Diese von Fieber für die Schweizeralpen als typisch angeführte Art belebt sehr zahlreich den See und die benachbarten Tümpel von Garschina, 2189 m. Sie fehlt auch nicht in den Tümpeln am Partnunsee, 1930 m, und am Grubenpass. Killias meldet das Insekt von der Bernina, 2334 m. Fuhrmann fand dieselbe Wanze in den Seen des süd-

Digitized by Google

lichen Gotthardgebiets verbreitet. (Höchste Fundorte Lago Corrandoni, 2359 m und Lago del Pizzo Columbe, 2375 m.)

9. *Corixa carinata* Sahlberg.

Unter dem Namen *C. carinata* wurden wahrscheinlich sehr oft alpine Exemplare von *C. cognata* Fieb. bestimmt.

Nach Fieber muss besonders Meyer-Dürs *C. carinata* der Schweizeralpen als *C. cognata* beansprucht werden. Vielleicht gilt dasselbe für die folgenden Angaben französischer und schweizerischer Zoologen. *C. carinata* wird gemeldet durch Blanchard und Richard aus zahlreichen Hochalpenseen der Umgebung von Briançon bis gegen 2500 m und durch Fuhrmann aus dem Lago Tom am Südhang des St. Gotthard. Der letztgenannte Autor führt in seiner faunistischen Liste als hochalpin auch *Corixa sahlbergi* Fieb. an, ohne im Text irgendwo von dem Fund zu sprechen.

Unbestimmte *Corixa*-Larven fieng Pugnat im Lac de Gers, 1555 m.

10. *Corixa limitata* Fieb. ob Sedrun, ca. 1400, nach Frey-Gessner.

Die Vertretung der Wasserwanzen im Hochgebirge setzt sich, wie gezeigt wurde, zum grössten Teil aus gemeinen und weitverbreiteten Formen zusammen. Doch fehlen auch nicht einige Vertreter, welche gebirgige Gegenden bevorzugen. Hieher wären etwa zu rechnen *Hydrometra costae* und die besprochenen *Corixa*-Arten. Fieber schreibt dem ganzen Genus *Corixa* Vorliebe für das Gebirge zu.

Alle Hemipteren der Hochgebirgsgewässer aber sind wanderlustig. Fieber bezeichnet die Arten von *Corixa* als „Schwärmer, die sich in der Dunkelheit oder Nachts weit fliegend von ihrem Aufenthaltsort entfernen.“ Aehnliches ist von *Notonecta* zur Genüge bekannt und scheint, nach den Angaben von Amyot, Serville und anderen, auch für die Hydrometren zu gelten. So können wasserbewohnende Rhynchoten in freiwilligem Flug oder getragen von Luftströmungen von Station zu Station vorschreitend endlich Hochgebirgsseen erreichen. Für Nachschub aus der Ebene bleibt immer gesorgt.

Dass diese Hemipteren auch den passiven Transport anderer Tiere, besonders von Hydrachniden, besorgen und so der Hochgebirgsfauna neue Elemente zuführen, ist an geeigneter Stelle bereits besprochen worden.

Alle Autoren stimmen darin überein, die Vertreter der Gattungen *Corixa*, *Notonecta*, *Hydrometra*, *Velia* u. s. w. als behende und gierige Räuber zu schildern, deren Beute sich in allen Altersstufen vorzüglich aus Insekten zusammensetzt. Hauptsächlich sind Ephemeriden- und Perlidenlarven ihren Angriffen ausgesetzt. Durch die räuberische Lebensweise wird den Hemipteren die Einbürgerung im Hochalpensee, dessen Tisch mit tierischer Speise oft reich, mit pflanzlicher Kost dagegen spärlich besetzt ist, wesentlich erleichtert. So erklärt es sich auch, dass die Wasserwanzen warme, insektenreiche Tümpel und Seen der Hochalpen ausgiebig bevölkern, während sie in nahe gelegenen, kalten, an Insekten armen Gebirgsseen fehlen, trotzdem dieselben günstige Importgelegenheit bieten. Der durch Nahrungsverhältnisse bedingte Gegensatz in der Rhyn-

Digitized by Google

chotenvertretung spricht sich deutlich aus zwischen dem Garschinasee einerseits und dem Tilisuna- und Lünersee andererseits. Das erstgenannte Becken bietet Raubinsekten treffliche Existenzbedingungen.

Auf die Rechnung hochalpiner Bedingungen dürfte es zu setzen sein, wenn *Hydrometra, Corixa* und *Notonecta* im Gebirge erst im Spätsommer und Herbst sich ausgiebig vermehren. Die Hemipteren stellen sich in dieser Beziehung in gleiche Reihe mit manchen andern Tiergruppen. Dafür mögen einige, meistens auf den Rhätikon sich beziehende Beobachtungen sprechen.

Name	Datum	Ort der Beobachtung	Entwicklungszustand
Hydrometra costae . .	1. Aug. 92	Partnunsee, 1874 m	Ganz jung.
	30. Aug. 93	Garschinasee, 2189 m	Ganz jung.
Hydrometra lacustris .	29. Juli 92	Tümp. a. Partnunsee, 1930	Junge Tiere.
Notonecta glauca . .	2. Aug. 90	Garschinasee, 2189 m	Nur ganz junge Tiere.
Corixa cognata . . .	2. Aug. 90	Garschinasee, 2189 m	Alte Tiere und zahlr. Larven in allen Stadien.
	28. Aug. 93	Tümp. a. Partnunsee, 1930	Halberwachsene Larv.
Corixa cognata . . .	29. Aug. 93	Tümpel am Grubenpass, 2200 m	Halberwachsene Larv.
Corixa carinata (nach Blanch. u. Rich.)	22. Sept. 88	Plateau de Cristol, 2400—2500 m	Junge Larven.

Seit den Beobachtungen von Roesel, Brullé, Amyot, Serville u. a. wissen wir, dass in den Gewässern der Ebene die Eier von *Notonecta* und *Corixa* schon im Frühjahr, spätestens im Mai, ausschlüpfen und die Larven bereits in der ersten Sommerhälfte ihre Metamorphose beenden. Vielleicht folgen sich in tiefgelegenen Wasseransammlungen zwei Generationen während eines Sommers. Für die Hochalpen gilt sicher die Regel, dass der kurze Sommer nur eine Generation von Wasserwanzen zeitigt und dass die Fortpflanzung sich tief in den Monat Juli und August verschiebt.

Die Hydrometren pflanzen sich in der Ebene gewöhnlich im Juli fort; auch für sie wird die Fortpflanzungszeit im Hochgebirge verlegt.

25. Collembola.

Für die eigentliche Wasserfauna des Hochgebirgs kommen die Collembolen kaum in Betracht. Wierzejski erbeutete in drei Tátraseen, bis zu 1966 m, *Desoria riparia* Nic., in einem Wasserbecken, 1597 m, *D. glacialis* Nic. Carl erwähnt von Lachen am Zäsenberghorn, 2340 m, *Sminthurus pruinosus* Tullb. Derselbe Autor macht in seiner schönen Arbeit darauf aufmerksam, dass die ganze Collembolidenfauna der Schweiz deut-

Digitized by Google

lich einen nordischen Charakter trage. Die mit dem Norden gemeinsamen Formen steigen auch am höchsten in die Alpen empor. Die Lebensbedingungen ein und derselben Art sind oft sehr weite.

26. Trichoptera.

Allen Autoren, die sich mit der Fauna hochalpiner Seen beschäftigten, fiel der grosse Reichtum der Gebirgsgewässer an Phryganidenlarven auf.

Asper berichtet von ihrer Gegenwart im Lago Ritom, im Silser- und Silvaplanersee und in den kleinen Wasserbecken auf dem Gotthardplateau. Imhof fand die Larven am Piz Corvatsch (Seen von Mortels) bis zu 2610 m; Heuscher beobachtete ihr Vorkommen ebensogut in den alpinen Gewässern des Murgthals, als im Schottensee der Grauen Hörner, 2342 m. Von *Limnophilus*-Larven spricht Fuhrmann in mehreren der von ihm untersuchten Seen des südlichen Gotthardgebiets bis hinauf zum Lago di Cadlimo, 2513 m. Eigene Erfahrungen zeigten mir, dass alle Gewässer des Rhätikon an Larven von Köcherfliegen reich sind und dass die Tiere im Wallis kaum in einem See des St. Bernhard fehlen und sogar den unwirtlichen unteren See bei der Ornyhütte erreichen, 2686 m. Im Tirol und in Kärnthen und Salzburg entnahm ich Phryganiden Gletscherbächen und hochgelegenen Eistümpeln. Blanchard und Richard endlich nennen aus den Hochalpen bei Briançon eine ganze Reihe von Fundorten für die larvären Insekten. Die höchsten liegen bei 2500 m (Lac du Grand Charvia).

In der folgenden Tabelle mag die Phryganiden-Vertretung einiger hochalpiner Bezirke einander gegenübergestellt werden. Das Material aus dem Rhätikon bestimmte in sehr verdankenswerter Weise Herr Dr. F. Ris.

Tirol über 1700 m nach Heller und Dalla Torre	Rhätikon 1800—2350 m nach Zschokke und Ris	Murgseen 1673—1825 m nach Ris	Murgthal 1800—2200 m nach Ris
1. Asynarchus coenosus Curt.	—	1. Asynarchus coenosus Curt.	1. Asynarchus coenosus Curt.
2. Stenophylax alpestris Kol.	—	—	2. Stenophylax alpestris Kol.
—	—	—	3. St. picicornis Pict.
—	—	—	4. St. consors Mc. Lach.
—	1. Stenophylax latipennis Curt.	2. Stenophylax latipennis Curt.	5. St. latipennis Curt.
3. Halesus ruficollis Pict.	2. Halesus ruficollis Pict.	—	6. Halesus ruficollis Pict.

Digitized by Google

Tirol über 1700 m nach Heller und Dalla Torre	Rhätikon 1800—2350 m nach Zschokke und Ris	Murgseen 1673—1825 m nach Ris	Murgthal 1800—2200 m nach Ris
—	—	3. Halesus hilaris Mc. Lach.	7. H. hilaris Mc. Lach.
—	—	4. H. mendax Mc. Lach.	8. H. mendax Mc. Lach.
—	—	—	9. H. melampus Mc. Lach.
4. H. auricollis Pict.	—	—	10. H. auricollis Pict.
5. H. flavipennis Pict.	—	—	11. H. flavipennis Pict.
—	—	5. H. digitatus Schrk.	—
6. Drusus discolor Ramb.	3. Drusus discolor Ramb.	6. Drusus discolor Ramb.	12. Drusus discolor Ramb.
7. D. monticola Mc. Lach.	4. D. monticola Mc. Lach.	—	—
—	—	—	13. D. chrysotus? Ramb.
—	5. Drusus spec.	—	—
—	—	—	14. Cryptothrix nebulicola Hag.
—	—	—	15. Potamorites biguttatus Pict.
—	—	7. Psilopteryx zimmeri Mc. Lach.	16. Psilopteryx zimmeri Mc. Lach.
—	—	—	17. Enoicyla amoena Hag.
—	—	—	18. Micrasema tristellum Mc. Lach.
—	6. Philopotamus ludificatus Mc. Lach.	—	19. Philopotamus ludificatus Mc. Lach.
—	—	—	20. Dolophilus copiosus Mc. Lach.
—	—	—	21. Wormaldia occipitalis Pictet.
—	—	8. Polycentropus flavomaculatus Pict.	—
8. Neuronia ruficrus Scop.	7. Neuronia ruficrus Scop.	—	—

Digitized by Google

Tirol über 1700 m nach Heller und Dalla Torre	Rhätikon 1800—2350 m nach Zschokke und Ris	Murgseen 1673—1825 m nach Ris	Murgthal 1800—2200 m nach Ris
—	—	9. Limnophilus centralis Curt.	—
—	8. Limnophilus spec. (mehrere Arten).	—	—
—	9. Phryganea obsoleta Mc. Lach.	—	—
—	—	—	22. Rhyacophila torrentium' Pictet.
—	—	—	23. Rh. praemorsa Mc. Lach.
—	10. Rhyacophila vulgaris Pictet.	—	24. Rh. vulgaris Pictet.
—	—	—	25. Rh. proxima Mc. Lach.
—	11. Rh. glareosa Mc. Lach.	—	26. Rh. glareosa Mc. Lach.
—	—	—	27. Rh. tristis Pictet.
—	—	—	27. Glossosoma boltoni Curt.

Am Schottensee, 2342 m, traf Heuscher am 4. August die Imagines von *Acrophylax cerberus* Brauer und *Drusus nigrescens* Meyer-Dür; im Wasser selbst waren Phryganidenlarven häufig. Derselbe Autor kennt von der Mürtschenalp *Limnophilus ignavus* Hag.

Aus den vorstehenden Notizen geht die starke Vertretung der Trichopteren im Hochgebirge klar hervor. Die Genera *Stenophylax*, *Halesus*, *Drusus*, *Limnophilus* und *Rhyacophila* finden eine besonders ausgiebige Vertretung. Manche Arten geniessen allgemeine hochalpine Verbreitung. Es darf sicher erwartet werden, dass spätere Forschungen die Lücken in der Tabelle zum grössten Teil ausfüllen und auch für andere Lokalitäten die Liste der Phryganiden ebenso stattlich werden erscheinen lassen, wie diejenige des Murgthals, wo Ris gewissenhaft sammelte. Als genuin alpin führen Heller und v. Dalla Torre *Drusus monticola* an.

Soweit ein Referat über Dziedzielewiczs Arbeit Aufschluss giebt, weicht die Trichopterenfauna der Karpathen von derjenigen der Alpen kaum ab. Die Gattungen *Limnophilus*, *Rhyacophila* und *Stenophylax* treten im Karpathengebiet ebenfalls stark hervor. *Wormaldia* beschränkt sich auf die höheren Regionen; an Wasserfällen leben *Philopotamus* und *Stenophylax latipennis* Curt., in der Nähe von Quellen *Asynarchus coenosus*.

Digitized by Google

Das nähere Vorkommen der Köcherfliegen-Larven in den Hochalpen charakterisiert sich besonders durch die Bevorzugung der fliessenden Gewässer. Darüber soll in dem Kapitel „Die Tierwelt der Gebirgsbäche“ noch speziell gesprochen werden. Reich sind an Phryganiden, nach Ris' Zusammenstellung, die Rinnsale des Murgthals. Im Rhätikon gehören ausschliesslich den Bächen an: *Drusus monticola* (am Cavelljoch), *D. discolor* (Mieschbrunnen und Bäche der Sulzfluh), *Stenophylax latipennis*, eine zu Berg und Thal weitverbreitete Form, die als Larve auch die Bäche und Quellen des Rhätikon häufig bewohnt, *Philopotamus ludificatus*, *Halesus ruficollis*. Typische Bachbewohner sind auch die in allen Zu- und Abflüssen der Rhätikonseen häufige *Rhyacophila vulgaris*, sowie *Rh. glareosa*, die sich nur im Hauptzufluss des Lünersees fand.

Dagegen belebte ausschliesslich den Garschinasee *Phryganea obsoleta*. Ihre schönen Gehäuse, die sich durch regelmässigen Bau auszeichnen, konnten dort, bewohnt und leer, massenhaft gesammelt werden. Ganz auf stehendes Wasser angewiesen ist auch *Neuronia ruficrus*; sie war häufig in dem warmen Tümpel oberhalb des Partnunsees, 1930 m.

Die zahlreichen, nicht näher bestimmten Larven von Limnophiliden, die mehreren Arten angehören, bevölkern fast ausschliesslich und in grosser Zahl die kalten Quellen und schnell fliessenden Bäche. Nur wo sich Wasserläufe in die Seen ergiessen, oder wo die Strömung des Ausflusses sich bereits bildet, schlagen sie ihre Heimat auch in den eigentlichen Wasserbecken auf.

In vegetationslosen Wasserbehältern des Hochgebirgs, deren Untergrund Geröll und Trümmer bedecken und an deren Ufer sich höchstens eine spärliche Pflanzenwelt entwickelt, gedeihen nur Phryganidenlarven, die steinerne Röhren bauen. Reicher wird die Trichopterenfauna an Orten, wo auch pflanzliches Baumaterial zur Verfügung steht. Als solche günstige Heimstätten haben im Rhätikon der Tümpel am Partnunersee und der Garschinasee zu gelten. Sie beherbergen denn auch die auf pflanzliche Bausteine angewiesenen Arten *Phryganea obsoleta* und *Neuronia ruficrus*. Die offene Lage, welche den Import erleichtert, die ausgiebige Besonnung, die reichlich zur Verfügung stehende tierische und pflanzliche Kost machen aus dem hochgelegenen See von Garschina noch weiter eine passende Heimat für die Larven spät fliegender Köcherfliegen.

Ueber das Verhalten von *Phryganea obsoleta*, die auch aus dem Oberengadin bekannt ist, besagen meine mehrjährigen Notizen, dass die Flugzeit in Garschina auf die letzten Tage Juli und auf Anfang August fällt. Neben Imagines waren zu jener Zeit ausgewachsene Larven und in Röhren eingeschlossene Nymphen häufig. Kurz nachher liess sich im Wasser der Laich massenhaft sammeln. Ende August war der See mit jungen, zur Ueberwinterung bestimmten Larven und mit zahlreichen leeren Köchern erfüllt.

Aehnlich gestaltet sich der Lebensgang von *Neuronia ruficrus*, einer in den Alpen weitverbreiteten Form, im Partnunertümpel. Imagines wurden vom 29. Juli bis 6. August erbeutet, junge und jüngste Larven vom August bis im Oktober. In den Bächen und Quellen der Gegend von Partnun waren die Nymphen von *Stenophylax latipennis* wäh-

Digitized by Google

rend der zweiten Hälfte August häufig. *Rhyacophila vulgaris* fand sich in sehr jugendlichen Larven im Ausfluss des Tilisunasees am 29. August 1893; *Drusus monticola* flog am Cavelljoch Ende Juli 1891 und 1892, *D. discolor* bei Tilisuna Anfang August 1892. Die Nymphen von *Halesus ruficollis* endlich kenne ich von Partnun aus derselben Jahreszeit.

Die wenigen Notizen scheinen immerhin darauf hinzuweisen, dass die Flugzeit der Trichopteren im Hochgebirge spät eintritt und dass sich dort hauptsächlich spät fliegende Arten einbürgern. Pictets Satz, dass geflügelte Phryganiden im August am seltensten sind, gilt also wohl mehr für die Ebene, als für das Gebige. Nicht allzu selten findet übrigens die Verwandlung der Köcherfliegen in den Hochalpen inmitten winterlicher Verhältnisse statt. So berichtet Killias brieflich, dass er auf der Höhe der Flüela auf tausende, zum Teil copulierte Exemplare von *Acrophylax cerberus* stiess, während die Seen noch fest gefroren waren und fusshoher Schnee lag. Meyer-Dür erneuerte dieselbe Beobachtung auf der Grimsel und ich fand zahlreiche Imagines von Phryganiden im Sommer 1896 am Muttsee, 2542 m, dessen Eis sich kaum zu lösen begann.

Auf Verschiebung der Flugzeit von Phryganiden im Gebirge macht auch Dziedzielewicz aufmerksam. *Stenophylax picicornis* z. B. fliegt in den Karpathen erst im Juli, in den Vorbergen schon im Mai.

27. Neuroptera.

In einzelnen weit zerstreuten Wasserbecken der Hochalpen mit schlammigem oder sandigem Untergrund lebt meistens in grosser Zahl die Larve von *Sialis lutaria* L., des in ganz Europa so gemeinen Netzflüglers. Unter solchen Bedingungen fand Imhof das Tier im See von Gravasalvas, 2378 m, Heuscher im Wangsersee, 2200 m, und ich im Becken von Garschina, 2189 m. Nach Pictet fliegen die Imagines in der Ebene früh im Frühjahr; am Ufer des Garschinasees stiess ich indessen noch auf vereinzelte Exemplare derselben zu Anfang August. Erwähnung verdient Imhofs Beobachtung, die für die weitgehende Resistenzfähigkeit von *Sialis* spricht. Mitten im Winter lebten die Larven auf dem Grund des von einer mächtigen Eisschicht bedeckten Flüelasees, 2388 m. Als das Eis eingeschlagen wurde, verwandelten sich die Tiere im Lauf von vier Minuten zum geflügelten Insekt.

Die Larven von *Osmylus maculatus* Fabr. beobachtete ich am 1. August 1891 ziemlich zahlreich unter den Steinen der rasch fliessenden Bäche, die von der Sulzfluh dem Partnunersee zuströmen.

Digitized by Google

28. Orthoptera.

Im Abschnitt über die Tierwelt der Hochgebirgsbäche soll ausführlicher über das häufige und weitverbreitete Vorkommen zweier Ephemeriden-Larven in den Wasserläufen des Rhätikon gesprochen werden. Es handelt sich um *Ecdyurus helveticus* Eaton, und *Baëtis alpinus* Pictet, die alle Bäche und Quellen bis zu 2350 m reichlich bevölkern. An ähnlichen Lokalitäten fand ich die Larven regelmässig im Tirol wieder. Selten und wohl nur zufällig leben die Tiere auch unter den Steinen am Ufer der Rhätikonseen.

Für *Ecdyurus helveticus* fällt die Flugzeit im Rhätikon, je nach der Höhenlage des Wohnorts, auf Anfang Juli bis Anfang August. Ganz junge, eben ausgeschlüpfte Larven fand ich im Schanielenbach bei St. Antönien in den ersten Augusttagen, 1000 m höher, auf der Plasseggenpasshöhe, 2350 m, dagegen am 28. bis 30. August. Damit stimmen Beobachtungen an Tiroler Gletscherbächen überein.

Ganz ähnlich scheint sich *Baëtis alpinus* zu verhalten. Ich verzeichne zur Verwandlung bereite Larvenstadien:

Aus den Zuflüssen des Lünersees bis zu 2200 m vom 20.—30. Juli; von der Plasseggenhöhe, 2350 m, vom 26. Juli bis 4. August; aus der Gegend von Partnun Ende Juli, 1700—1900 m.

Eben ausgeschlüpfte Jugendstadien fanden sich: im Ausfluss des Partnunsees und im Mieschbrunnen, 1810 m, vom 25.—30. Juli; in den Zuflüssen des Lünersees, ca. 2000 m, zu derselben Zeit; in den Bächen von Plasseggenhöhe, 2350 m, Ende August; in der Pitzthaler-Ache, unweit des Mittelbergferners, ca. 1800 m, am 7. September.

Endlich seien noch die Eintagsfliegen aufgezählt, welche nach Heller und von Dalla Torre in den Tiroler-Alpen über 1700 m heimisch sind. Sie gehören, wie die folgende Liste zeigt, fast ausschliesslich den Gattungen *Baëtis* und *Heptagenia* an. Es sind:

Ephemera vulgata L.
Chloëon dipterum L.
Baëtis Rondani Pictet.
Heptagenia semicolorata Curt.
Heptagenia venosa Deg.
H. fluminum Pict.
H. montana Pict.
H. forcipula Pict.

In den Karpathen fieng Dziedzielewicz besonders häufig *Heptagenia volitans* Eat. Auch die Perliden sind fast ausschliesslich Bachbewohner und sollen als solche in einem speziellen Kapitel gewürdigt werden. Immerhin mag ihre annähernde Vertretung an zwei verschiedenen Lokalitäten der Hochalpen schon hier Berücksichtigung finden. Es wird sich zeigen, dass im Rhätikon und in Tirol dieselben Arten zu Hause sind. Vom Palpuognasee am Albulapass erwähnt Ris *Capnia nigra*.

Digitized by Google

Perliden der Tiroler Alpen und des Rhätikon.

Tirol (über 1700 m) nach Heller und v. Dalla Torre.	Rhätikon (1700—2300 m) nach Zschokke und Ris.
1. Dictyopteryx alpina Pictet.	1. D. alpina Pictet.
2. Chloroperla rivulorum Pict.	2. D. intricata Pict.
3. Ch. grammatica Scop.	3. Ch. rivulorum Pict.
4. Isopteryx torrentium Pict.	4. Leuctra nigra Oliv.
5. I. tripunctata Pict.	5. L. fusciventris Steph.
6. I. montana Pict.	6. Nemura variegata Oliv.
7. Taeniopteryx nebulosa L.	7. N. cinerea Oliv.
8. Leuctra cylindrica Deg.	8. N. nitida Pict.?
9. L. nigra Oliv.	
10. Nemura variegata Oliv.	
11. N. marginalis Pict.	
12. N. cinerea Oliv.	
13. N. humeralis Pict.	

Im Gebiet des Grossen St. Bernhard steigt *Nemura variegata* bis zu 2560 m, die die Gattung *Leuctra* bis zu 2600 m.

Nur in fliessendem Wasser lebten im Rhätikon *Dictyopteryx intricata*, *Chloroperla rivulorum*, *Leuctra nigra*, *L. fusciventris*, *Nemura nitida*, *N. cinerea* und *N. variegata*; *Dictyopteryx alpina* kam ganz ausnahmsweise auch in den Seen vor.

Sehr weit in allen Bächen verbreitet und in grosser Häufigkeit bis auf die Passhöhe von Plasseggen, 2350 m, traten auf: *Dictyopteryx alpina*, die auch im Tirol gemein ist, *Nemura variegata*, *N. cinerea*, *N. nitida* und *Leuctra nigra*. *Dictyopteryx intricata* kenne ich nur aus dem Mieschbrunnen und den Bächen der Sulzfluh, *Chloroperla rivulorum* vom Cavelljoch und *Leuctra fusciventris* aus den Zuflüssen des Partnunsees.

Ueber das Auftreten der Imagines mögen folgende Notizen einigen Aufschluss geben. Fast alle Funde fliegender Perliden, über die ich berichte, beziehen sich auf den Monat August. Wie die Ephemeriden und Phryganiden des Hochgebirgs, so verwandeln sich auch die Perliden sehr spät und nach verlängerter Larvenzeit.

Für *Nemura variegata* z. B. setzt Pictet die Flugzeit auf den Monat April, im Rhätikon fand ich das geflügelte Insekt im August.

Name	Imago	Ganz junge Larven.
Dictyopteryx alpina	Garschina, 7. Aug. 91, 2189 m.	Garschina, 7. Aug. 91, 2189 m. Mieschbrunnen, 5. August 91, 1803 m. Mieschbrunnen, 31. August 93, 1803 m.

Digitized by Google

Name	Imago	Ganz junge Larven.
Dictyopteryx intricata	Mieschbrunnen, Bäche der Sulzfluh, 5.—8. August 1891, ca. 1900 m.	
Leuctra nigra . . .	Plasseggen, 8. August 1891, ca. 2000 m.	Plasseggen, 10. August 1891, ca. 2000 m. Tilisuna, 4. Okt. 91, ca. 2150 m.
L. fusciventris . . .	Zufluss des Partnunsee, 3. Aug. 93, ca. 1900 m.	
Nemura cinerea . .	Zufluss des Lünersees, 25. Juli 92, ca. 2000 m.	
N. variegata	Bäche im Thalgrund von Plasseggen, 4. August 92.	

Durch Luftströmungen werden Libellen oft in bedeutende Höhen getragen; sie bedecken nicht selten in grosser Zahl die Gletscher und Schneefelder der Hochalpen. So erinnere ich mich, dass am 17. September 1898 die weit ausgedehnten Firnfelder des Zuckerhütl's im Stubai (Tirol) von Libellen förmlich übersäet waren. Warme Tümpel des Gebirgs aber, die noch reiche Vegetation umsäumt, bieten manchen der verschlagenen Insekten Gelegenheit zur Eiablage und so oft zum dauernden Erwerb neuer Wohnstätten.

Die Umgebung Veronas besitzt nach Garbini in einer Zone von 1000—1334 m Höhe noch sieben Arten Libelluliden, zum guten Teil von nordischem Charakter. Höher fand der genannte Autor keine Libellen mehr. Und doch erheben sich diese Insekten in den Hochalpen noch bedeutend höher. Am Statzersee im Oberengadin (1812 m) leben nach Mac Lachlan, Escher-Kündig, Ris und Schoch *Libellula fonscolombei*, *L. scotica*, *Cordulia metallica*, *C. alpestris*, *C. arctica*, *Aeschna borealis*, *Agrion hastulatum*. Eine etwas andere Liste geben Heller und v. Dalla Torre für die Tiroler Alpen über 1700 m. Sie umfasst *Diplax vulgata* L., *D. meridionalis* Sel., *Libella coerulescens* Fabr., *Lestes barbara* und die genuin-alpine Form *Epitheca arctica* Zett.

Der warme Tümpel oberhalb des Partnunsees, 1930 m, beherbergt zahlreiche Larven von *Aeschna grandis* L. Fliegende Tiere beobachtete ich daselbst in grösserer Zahl am 28. August 1893. Damals war auch die Zahl der ganz jungen Larven im Wasser eine bedeutende. Viele der hochalpinen Libellen kehren als Bewohner des hohen Nordens wieder; so besonders *Aeschna borealis* Mac. Lachl. und *Cordulia arctica* Zett.

Libellula scotica bewohnt häufig das Hochplateau zwischen Pruth und Theiss.

29. Diptera.

Dipterenlarven gehören zu den regelmässigsten und zahlreichsten Bewohnern sämtlicher Süsswasserbecken der Ebene und des Gebirgs. Sie beleben ebensogut pelagisch die Oberfläche, als das verschiedenartigste Ufer und steigen, nach Forel, Dup-

Digitized by Google

lessis, Asper und Seligo, in die bedeutendsten Tiefen grösserer Seebecken. Moniez und Grube beobachteten sogar marines Vorkommen von Vertretern der weitverbreiteten Gattung *Chironomus*.

Die geflügelten Imagines der Mücken und Fliegen werden aktiv oder von den Winden getragen oft genug hochgelegene Tümpel, Weiher und Seen erreichen, in denen ihre Larven, unbekümmert um Quantität, sowie chemische und physikalische Beschaffenheit des Wassers eine passende Entwickelungsstätte finden. Ausgesprochen „eurytherme" und „eurhyaline" Eigenschaften lassen manche Dipterenlarven auch noch in fast tierlosen Eistümpeln und Schmelzwasserseen gedeihen und erlauben ihnen, wie ich mich durch eigene Beobachtung überzeugte, die Fortexistenz unter der lange aushaltenden, winterlichen Eisdecke des Hochgebirgs.

Nicht näher bestimmte, den Grund und die Oberfläche bewohnende Dipterenlarven erwähnt Asper aus den Seen des Gotthardplateaus, 2114 m, sowie aus dem Silser- und Silvaplanersee. Imhof berichtet von ähnlichen Funden aus dem Diavolezzasee, 2579 m, und aus dem Lej Sgrischus, 2640 m.

In den folgenden Zeilen soll versucht werden, die Vertretung larvärer Zweiflügler in den Gewässern der Hochalpen einigermassen zu skizzieren. Leider verhindern unsere sehr lückenhaften Kenntnisse über den Zusammenhang von Larven und Imagines eine genauere Darstellung. Die Benennung der Jugendstadien bleibt in sehr zahlreichen Fällen unsicher, in manchen sogar unmöglich.

Ueber die faunistische und biologische Bedeutung der zahlreichen, das fliessende Wasser bewohnenden Dipterenlarven soll eingehender im Kapital über die Tierwelt der Gebirgsbäche gesprochen werden,

In sehr verdankenswerter Weise führte E. Schmidt-Schwedt die Sichtung und Bestimmung des im Rhätikon gesammelten Dipterenmaterials zum grössten Teil durch.

1. *Liponeura brevirostris* Löw.

Unter den Steinen und im Moos der Gebirgsbäche des Rhätikon im Juli und August verbreitet. Zuflüsse und Abflüsse aller Seen. Besonders massenhaft 1892 in den Bächen am Plaseggenpass bis zu 2300 m.

2. *Pedicia rivosa* L.

Im Rhätikon recht häufig. Die abenteuerlich aussehenden, von Beling beschriebenen Larven wohnen litoral unter Steinen und im Grund von Moosrasen an der Einmündungsstelle der Bäche in die Seen. Sie kehren auch in den Brunnen von Partnun und den hochgelegenen Bächen am Cavelljoch und Plasseggenpass wieder. Juli-Oktober.

3. *Corethra plumicornis* Fabr.

Larven und Nymphen vereinzelt im Lüner-, Partnuner- und Garschinasee. Juli und August. Massenhaft pelagisch in Garschina 7. August 1891.

Wierzejski sammelte *C. plumicornis* auch in den Gewässern der Hohen Tátra.

Digitized by Google

Aus demselben Gebirge erwähnt von Daday *Corethra*-Larven in zahlreichen Seen bis zu 2019 m Höhe.

4. *Chironomus plumosus* L.

Wie in der Ebene, so auch hochalpin weit verbreitet und oft massenhaft auftretend. Heuscher fand die Larven in unermesslicher Zahl im Viltersersee, 1902 m. Am 3. August waren dieselben in Umwandlung zum geflügelten Insekt begriffen. Zahlreich auch im Wangsersee, 2200 m, viel seltener im Schottensee, 2342 m, Schwarzsee, 2381 m, und Wildsee, 2436 m, der Grauen Hörner.

Von den Rhätikonseen beherbergen besonders diejenigen von Partnun und Tilisuna zahlreichste Larven von *Ch. plumosus* und zwar am Ufer ebensowohl, als im Schlamm der Tiefe. Aber auch in Garschina und in manchen seichten Schlammtümpeln fehlen sie nicht. Ganz junge Larven fanden sich in Tilisuna im Oktober, in Partnun im Dezember unter der Eisdecke.

5. *Chironomus* spec.

Eine ziemlich bedeutende Zahl nicht näher zu bestimmender *Chironomus*-Arten bevölkert sehr regelmässig die verschiedensten hochalpinen, stehenden und fliessenden Gewässer.

Moniez führt ihre Gegenwart im Silsersee an, Fuhrmann erwähnt sie aus fast allen Seen des südlichen Gotthardgebietes bis über 2500 m. In den Seen des St. Bernhard und von Orny steigen die Larven bis in die ödesten Beken — unterer See von Orny 2686 m — empor.

In den Seen des Rhätikon konnte ich 5—6 Arten von *Chironomus* als äusserst häufige Gäste feststellen.

Aus den grösseren Tiefen stammen meistens buntrote oder grün gefärbte, oft Röhren bauende Formen. Im Lünersee wurden sie noch in den grössten Tiefen von 80—100 m erbeutet. In den Seen von Partnun, Tilisuna, Garschina und dem Lünersee, aber auch in den kleineren Becken — Gafiensee, 2313 m, Weiher an den Kirchlispitzen, 2100 m, — tritt während der Sommer- und Herbstmonate eine durchsichtige *Chironomuslarve* freischwimmend auf. Besonders nach Einbruch der Nacht bevölkert sie oft massenhaft die Oberfläche. Das Ufer der Seen, die Tümpel und Weiher des Rhätikon, sowie seine Quellen und Brunnen beherbergen ebenfalls mehrere *Chironomus*-Arten. Im oberen Arosasee wurden die betreffenden Larven während des ganzen Winters, selbst unter 50—80 Centimeter Eis, gefunden.

Endlich fehlt die Gattung in keinem der schnellfliessenden Bäche bis hinauf zum Cavelljoch und zur Passhöhe von Plasseggen. Im fliessenden Wasser sind besonders häufig eine kleine, grüne *Chironomuslarve* und eine andere, die langgezogene sandigfilzige Röhren baut. Dieselben Arten fand ich in den Gletscher- und Sturzbächen von ganz Tirol wieder.

Röhrenbewohnende *Chironomuslarven* beleben nach A. Brandt auch den Schlamm

Digitized by Google

des armenischen Alpensees Goktschai; sie steigen nach von Daday in der Tátra bis zu 2019 Metern.

6. *Atherix* spec.

In einigen Bächen und Brunnen des Rhätikon bis zu 1900 m, Sommer 1892. Nach Brauer leben die Larven der Gattung *Atherix* in Gebirgsgewässern.

7. *Tabanus* spec. (oder nahe Verwandte).

Rhätikon, in Quellen und Bächen bis 1900 m, Sommer 1892.

8. *Simulia* spec.

Mehrere Arten der Gattung *Simulia* im Larven- und Puppenzustand unter den Steinen aller Bäche des Rhätikon ungemein regelmässig und oft massenhaft auftretend; in den Seen dagegen nur ausnahmsweise. Sie fehlten auch mitten im Winter nicht. Im St. Bernhardgebiet und überall im Tirol traf ich dasselbe Verhalten bis zu 2500 m.

9. *Culex.* spec.

Von dieser Art meldet Fuhrmann Larven in den Seen des südlichen Gotthardgebiets bis zu 2456 m (Lago Punta nera). Von den Seen des St. Bernhard beherbergte noch der Lac supérieur de Grand Lay *Culex*-Larven. Auch in der Hohen Tátra erreichen sie mit 2019 m die höchsten stehenden Gewässer.

Larven und Puppen aus den Seen von Partnun, Tilisuna, aus den Tümpeln von Partnun und Garschina, aus dem Mieschbrunnen und besonders zahlreich aus dem Gafiensee gehören entweder zu *Culex* oder *Anopheles.*

10. *Odontomyia* spec., oder nahestehende Gattung.

Bäche und Brunnen des Rhätikon, bis auf die Plasseggenhöhe, 2300 m.

Endlich wurden in den fliessenden Gewässern des Rhätikon und des St. Bernhardgebietes sowie in den Gletscher- und Sturzbächen von Tirol bis zu 2500 m eine Reihe unbestimmbarer Tipulinen, Limnobinen und Cyclorraphen erbeutet.

So scheint die Vertretung von Dipteren in Hochgebirgsgewässern an Individuen und Arten reich zu sein und gleichzeitig eine ausgiebige horizontale und vertikale Verbreitung zu geniessen. Offene, warme Seen, deren Lage den Import begünstigt, und die genügende Nahrungsquellen besitzen, weisen natürlich eine besonders grosse und mannigfaltige Dipterenbevölkerung auf. Doch bieten auch die reissenden Gebirgsbäche unerwartet zahlreichen Zweiflüglern während der Jugend eine passende Heimat. Neben weitverbreiteten oder kosmopolitischen Dipteren werden wir gerade dort spezielle Gebirgsformen, wahrscheinlich glacialen oder nordischen Ursprungs kennen lernen. In erster Linie gehört hieher *Liponeura striata* mit ihrer dem Sturzbach in so eigentümlicher Weise angepassten Larve.

Auch unter den zahlreichen Arten von *Chironomus, Simulia* und *Atherix* dürften sich wohl eigentliche Hochgebirgsbewohner befinden. Einstweilen erlaubt der Stand der Kenntnisse es leider nicht, hierüber ein entscheidendes Urteil abzugeben.

Digitized by Google

30. Coleoptera.

Die Gewässer der Hochgebirge beherbergen eine relativ reiche Bevölkerung von Schwimmkäfern. Ueberhitzte Tümpel und warme, offenliegende, seichte Seen weisen den grössten Arten- und Individuenreichtum von Coleopteren auf; doch fehlen Käfer auch nicht in Schnee- und Eistümpeln und in öden, hochgelegenen und kalten Felsseen.

Von 66 in Graubünden vorkommenden Vertretern der Halipliden, Dytisciden, Gyriniden und Hydrophiliden sah Killias 31 die Grenze der alpinen Region, 1600 m, übersteigen. Darunter befinden sich 7 eigentliche Alpenarten. In der subnivalen Region, über 2300 m, kennt Heer 4, Killias 10, Favre 15 aquatile Coleopteren. Sie rekrutieren sich vorzüglich aus den Gattungen *Hydroporus*, *Agabus* und *Helophorus*. Aehnliches besagen die Aufzeichnungen von Garbini und von Heller. Letzterer zählt aus dem Tirol 33 Arten und 5 Varietäten von Hydrophiliden und Dytisciden auf, von denen 8 alpin und 30 alpiphil sind. Von ihnen erheben sich 19 über die Grenze von 1600 m; 4 erreichen sogar die subnivale Region.

Alle Autoren endlich nennen als die in den Hochalpen horizontal und vertikal am ausgiebigsten verbreiteten Schwimmkäfer *Hydroporus nivalis* Heer, *Agabus solieri* Aubé und *Helophorus glacialis* Villa. Doch werden die folgenden Listen auch manche andere Coleopteren als ganz gewöhnliche Bewohner hochalpiner Gewässer erkennen lassen. Gerade die drei genannten Käfer beleben auch die kleinsten und höchstgelegenen Schmelzwassertümpel.

Ueber Vertretung und Verbreitung der Schwimmkäfer-Fauna in der Alpenkette sollen die folgenden Zusammenstellungen aufklären. Sie beruhen auf den Notizen zahlreicher Autoren und auf eigenen Beobachtungen im Gebiet des Rhätikon und des St. Bernhard.

Wasserkäfer der Hochalpen. Horizontale Verteilung.

Französische Alpen (nach Blanchard, Richard, Pugnat, Favre).	Alpen von Wallis, Waadt, Bern (n. Heer, Favre, Christ, Zschokke).	St. Gotthard (n. Heer, Fuhrmann).	Alpen v. Glarus, St. Gallen, Graubünden (nach Heer, Heuscher, v. Heyden, Imhof, Killias, Zschokke).	Tiroler Alpen (nach Heller, Redtenbacher, Killias).
—	—	—	1. Hydroporus assimilis Payk.	—
1. Hydroporus griseostriatus De Geer	1. Hydroporus griseostriatus, var. nigrescens Fav.	1. Hydroporus griseostriatus De Geer.	2. H. griseostriatus De Geer.	1. H. griseostriatus De Geer.
2. H. davisii Curt.	2. H. davisii Curt.	—	3. H. davisii Curt.	2. H. davisii Curt.
—	—	—	4. H. davisii var. borealis Gyll.	—
—	3. H. septentrionalis Gyll.	—	5. H. septentrionalis Gyll.	3. H. septentrionalis Gyll.

Digitized by Google

Französische Alpen (nach Blanchard, Richard, Pugnat, Favre).	Alpen von Wallis, Waadt, Bern (n. Heer, Favre, Christ, Zschokke).	St. Gotthard (n. Heer, Fuhrmann).	Alpen v. Glarus, St. Gallen, Graubünden (nach Heer, Heuscher, v. Heyden, Imhof, Killias, Zschokke).	Tiroler Alpen (nach Heller, Redtenbacher, Killias).
—	4. H. rivalis var. sanmarkii Sahlb.	—	6. H. rivalis Gyll. var. sanmarkii Sahlb.	—
—	5. H. memnonius Nic.	—	7. H. memnonius Nic.	—
—	6. H. nigrita F.	2. H. nigrita F.	8. H. nigrita F.	4. H. nigrita F.
—	7. H. marginatus Duft.	—	9. H. marginatus Duft.	—
—	8. H. nivalis Heer.	3. H. nivalis Heer.	10. H. nivalis Heer.	5. H. nivalis Heer.
3. H. palustris L.	9. H. palustris L.	—	11. H. palustris L.	6. H. palustris L.
—	—	—	12. H. erythrocephalus L.	7. H. erythrocephalus L.
—	—	—	13. H. ferrugineus Steph.	—
—	10. H. victor Aubé.	—	14. H. victor Aubé.	—
—	—	4. H. planus F.	15. H. planus F.	—
—	—	—	16. H. ovatus St.	—
—	—	—	17. H. glabellus Thoms.	—
—	11. H. geniculatus Thoms.	—	18. H. geniculatus Thoms.	—
4. H. nigellus Mann.	12. H. nigellus Mann.	—	19. H. nigellus Mann.	—
—	13. H. geminus F.	—	—	—
—	14. H. pubescens Gyll.	5. H. pubescens Gyll.	—	8. H. pubescens Gyll.
—	15. H. incognitus Sharp.	—	—	—
—	16. H. bilineatus Sturm.	—	—	—
—	17. H. pictus F.	—	—	—
—	—	6. H. halensis F.	—	—
5. H. foveolatus Heer.	18. H. foveolatus Heer.	—	20. H. foveolatus Heer.	—
—	—	—	21. H. morio Dej.	—
—	—	—	22. H. areolatus De Geer.	—
—	—	—	23. H. elongatulus Redtenb.	—
—	—	—	—	9. H. tristis Payk.
6. Haliplus amoenus Ol.	—	—	—	—
7. Agabus congener Payk.	19. Agabus congener Payk.	—	24. Agabus congener Payk.	10. Agabus congener Payk.
8. A. solieri Aubé.	20. A. solieri Aubé.	7. Agabus solieri Aubé.	25. A. solieri Aubé.	11. A. solieri Aubé.
—	21. A. sturmii Gyll.	—	26. A. sturmii Gyll.	—
—	22. A. maculatus L.	—	27. A. maculatus L.	12. A. maculatus L.
—	23. A. didymus Ol.	—	28. A. didymus Ol.	13. A. didymus Ol.
—	24. A. guttatus Payk.	—	29. A. guttatus Payk.	14. A. guttatus Payk.
—	25. A. bipunctatus F.	—	—	—
—	26. A. bipustulatus Redtenb.	8. A. bipustulatus Redtenb.	30. A. bipustulatus Redtenb.	15. A. bipustulatus Redtenb.
—	27. A. biguttatus Ol.	—	—	16. A. biguttatus Ol.

Digitized by Google

Französische Alpen (nach Blanchard, Richard, Pugnat, Favre).	Alpen von Wallis, Waadt, Bern (n. Heer, Favre, Christ, Zschokke).	St. Gotthard (n. Heer, Fuhrmann).	Alpen v. Glarus, St. Gallen, Graubünden (nach Heer, Heuscher, v. Heyden, Imhof, Killias, Zschokke).	Tiroler Alpen (nach Heller, Redtenbacher, Killias).
—	28. A. subtilis R.	—	—	—
—	—	9. Agabus pulchellus Heer.	31. A. pulchellus Heer.	—
—	—	—	32. A. femoralis Payk.	—
—	—	—	33. A. chalconotus Panz.	17. A. chalconotus Payk.
—	—	—	34. A. thomsoni Sahlb.	—
—	—	—	35. A. paludosus F.	—
—	—	—	36. Ilybius fuliginosus F.	—
—	—	—	—	18. Ilybius obscurus Msh.
—	—	—	37. Rhantus suturalis Lacord.	—
—	29. Dytiscus marginalis L.	—	38. Dytiscus marginalis L.	—
9. Dytiscus lapponicus Gyll.	30. D. lapponicus Gyll.	—	—	—
10. Dytiscus spec.	—	—	—	—
—	—	—	39. Acilius sulcatus L.	—
—	—	—	40. Gyrinus minutus F.	—
—	—	—	41. G. marinus Gyll.	—
—	—	—	—	19. Hydraena gracilis Kugelann.
11. Helophorus glacialis Villa.	31. Helophorus glacialis Villa.	10. Helophorus glacialis Villa.	42. Helophorus glacialis Villa.	20. Helophorus glacialis Villa.
—	32. H. rugosus Ol.	—	—	—
—	33. H. alpinus Heer.	—	43. H. alpinus Heer.	21. H. alpinus Heer.
—	34. H. fracticostis Fairm.	—	—	—
—	35. H. frigidus Graells.	—	44. H. frigidus Graells.	—
—	36. H. aeneipennis Thoms.	—	45. H. aeneipennis Thoms.	—
—	—	—	46. H. costatus Goeze.	—
—	—	—	47. H. aquaticus L.	22. H. aquaticus L.
—	—	—	48. Hydrocharis caraboides L.	—
—	37. Hydrobius fuscipes L.	—	49. Hydrobius fuscipes L.	—
—	—	—	50. Creniphilus limbatus F.	—
—	38. Laccobius minutus L.	—	51. Laccobius minutus L.	—
—	39. L. sinuatus Motsch.	—	52. L. sinuatus Motsch.	—
—	—	—	53. Helochares lividus Forst.	—
—	—	—	54. Limnobius truncatellus Thunb.	—
—	40. Laccophilus minutus L.	—	—	—

Digitized by Google

Die genauere horizontale und vertikale Verbreitung der einzelnen Species von Wasserkäfern erhellt aus folgenden Notizen, denen die Beobachtungen von Asper, Aubé, Blanchard, Christ, Favre, Fuhrmann, Heller, Heuscher, v. Heyden, Heer, Imhof, Killias, Pugnat, Redtenbacher, Richard, Sturm, Zschokke u. a. zu Grunde liegen.

Hydroporus assimilis Payk.

St. Moritzersee, 1771 m, mehrere Fundorte in den Glarneralpen bis ca. 2000 m.

H. griseostriatus De Geer.

Eine nordische, aus Schweden, Norwegen, Lappland, von den Aleuten bekannte Form, die in Centraleuropa sporadisch auftritt und in den Alpen an manchen Orten bedeutende Höhen erreicht. Sie gehört auch den Pyrenäen an. Bei Briançon im Lac cristallin, gegen 2400 m, im Wallis hochalpin verbreitet bis in den See von Szofferey, 2560 m, in der Gotthardgruppe in mehreren Seen bis nach Pizzo Columbe, 2375 m, Wangsersee 2200 m, Glarner Alpen bis 2100 m, Garschinasee (Rhätikon) 2189 m, auch sonst in Graubünden häufig, Schneetümpel auf der Bernina, ca. 2000 m. Tirol; Baiern.

H. davisii Curt.

Die Form gehört ebenfalls dem Norden Europas, Schweden, Norwegen, Lappland und den Hochalpen an. Hochgelegene Fundorte sind der Lac de Gers, 1555 m, Mattmark, Vallorcines, Macugnaga im Walliser Gebiet, der Lünersee, 1943 m, mehrere Stellen im Berninagebiet und Tirol bis zu 2000 m. Besonders die var. *borealis* erhebt sich hoch ins Gebirge.

H. septentrionalis Gyll.

Das Tier erreicht seine oberste Verbreitungsgrenze im Schwarzsee bei Zermatt, 2558 m, ist aber auch von zahlreichen anderen, hochgelegenen Standorten in Wallis und Graubünden bekannt. (St. Bernhard, Simplon, Nufenen, Rheinwald. Oberengadin). Es bewohnt ausserdem den hohen Norden und die Gebirge von Ungarn, Oesterreich, Steiermark, Baiern, Thüringen, Schlesien.

H. rivalis var. sanmarkii Sahlb.

Im Wallis eher subalpin, erreicht der Käfer in Graubünden das Oberengadin, 1800 m.

H. memnonius Nic.

Bekannt von mehreren hochalpinen Fundorten aus Graubünden und Wallis, bis auf die Passhöhe der Bernina, 2345 m.

H. nigrita F.

Der durch ganz Europa verbreitete, aber nur an wenig Orten häufiger auftretende Käfer bewohnt die Hochalpen in weitem Masse. Er lebt in hochgelegenen Seen des Wallis, erreicht im Gotthardgebiet das Wasserbecken vom Passo dell' uomo, 2302 m.

In den Gewässern des Rhätikon gehört das Tier zu den gewöhnlichen Coleopteren, und zwar findet es sich sowohl im See von Garschina und im warmen Tümpel am

Digitized by Google

Grubenpass, 2200 m, als in den kalten Bächen am Cavelljoch, 2000–2100 m. Auch im Tirol steigt *H. nigrita* in die subnivale Zone empor.

H. marginatus Duft.

Saas und Macugnaga in den penninischen Alpen; Lenzerhaide und Oberengadin, 1800 m, in Graubünden.

H. nivalis Heer.

Eine sehr typische Hochalpenform von ungemein ausgedehnter, horizontaler und vertikaler Verbreitung im Gebirge. In den Walliser Alpen ist das Tier gemein und erhebt sich bis über 2600 m (Jardin du Valais 2610 m, Oberer See von Grand Lay 2620 M). Vom St. Gotthard ist der Käfer vielfach bekannt; er lebt noch in den Sümpfen vom Piano dei porci, 2200 m. Ebenso hoch steigt er im Gebiet der Grauen Hörner, Wangsersee, 2200 m. Von hochgelegenen Fundorten in Graubünden sind zu verzeichnen: Oberengadin, Avers, Stätzerhorn, 2579 m, die Seen von Mortels, 2520 und 2610 m, und alle Gewässer des Rhätikon. Dort tummelt sich der Käfer in Quellen, Brunnen, Tümpeln und Seen, bis über 2300 m (Gafiensee 2313 m). Aehnliches wird über sein Vorkommen im Hochgebirge von Glarus und St. Gallen berichtet und auch im Tirol gilt das Tier als subnival. *H. nivalis* wurde auch in den Pyrenäen und sporadisch in Südfrankreich und Toskana gefunden.

H. palustris L.

Der in ganz Europa und somit auch in der flachen Schweiz gemeine Käfer steigt an zahlreichen Orten hoch in die Alpen empor. Bei Briançon bewohnt er Höhen bis gegen 2500 m (Lac rond 2450 m, Lac cristallin 2350 m). Auch in den Walliser Alpen tritt er ziemlich häufig auf. Er fehlt nicht im Oberengadin, wo er Schneetümpel an der Bernina belebt, und im Rhätikon, wo der warme See von Garschina reichlich von ihm erfüllt wird. Auch aus dem Tirol ist *H. palustris* hochalpin bekannt.

H. erythrocephalus L.

Auch dieser in ganz Europa häufige Wasserkäfer bewohnt in Tirol und Graubünden hochgelegene Gewässer. So wurde er noch im bündnerischen Val Fain bei 2300 m gefunden.

H. ferrugineus Steph.

St. Moritzersee, 1771 m.

H. victor Aubé.

Val Ferret (Wallis), Oberengadin und Wangsersee (Graue Hörner), 2200 m.

H. planus F.

Gemein in ganz Europa, hochalpin im Rheinwald, in Nufenen und auf dem St. Gotthard.

H. ovatus St.

Für die Hochalpen wurde der auch im ebenen Centraleuropa nur selten auftretende Käfer einzig im Rhätikon nachgewiesen. Dort bewohnt er die Seen von Tilisuna und Garschina und das hochgelegene Wasserbecken im Gafienthal, 2313 m.

Digitized by Google

H. glabellus Thoms.

St. Moritz und Bernina ca. 2100 m.

H. geniculatus Thoms.

Eine nordische, aus Lappland bekannte Form, die im Riesengebirge und den Hochalpen von Wallis und Graubünden wiederkehrt. Höchste Fundorte am Simplon, ca. 2000 m, und im Oberengadin ca. 1800 m.

H. nigellus Mann.

Tümpel auf dem Plateau de Christol ob Briançon, 2400—2500 m, sonst in Frankreich unbekannt. Fundorte der Schweiz: Eggischhorn, Aletschgletscher, Pontresina.

H. geminus F.

In den Walliser Alpen, doch selten.

H. pubescens Gyll.

An hochgelegenen Fundorten von Waadt und Wallis. Im Gotthardgebiet Bewohner des Lago Tom, 2023 m, und des Lago Cadlimo, 2513 m. Tirol subnival.

H. incognitus Sharp.

Aletschwald im Wallis.

H. bilineatus Sturm.

Tümpel am Simplon.

H. pictus F.

Tümpel am Simplon.

H. halensis F.

Lago Ritom im Piorathal, 1829 m.

H. foveolatus Heer.

Alpin weitverbreitet steigt der Käfer bei Briançon in den Lac du Rosé auf dem Plateau du Gondran, 2200—2350 m. Er tritt ferner in den Walliser- und Glarner-Alpen (Berglisee) auf.

H. morio Dej.

In Glarus und Graubünden bis gegen 2100 m (Berglisee, Prunellaalp im Engadin).

H. areolatus De Geer.

In Graubünden und Glarus alpin.

H. elongatulus Redtenb.

Der Käfer bewohnt sporadisch Centraleuropa. Er bevölkert Gewässer der Mittelgebirge (Harz) und belebt mindestens drei Seen des Rhätikon bis zu 2313 m (Tilisuna Garschina, Gafien).

H. tristis Payk.

Alpin im Tirol.

Haliplus amoenus Ol.

Französische Alpen: Lac du Pontet, 1800 m, Lac du Lautaret, 2075 m.

Agabus congener Payk.

Digitized by Google

Der im Norden, Skandinavien, Lappland, ziemlich gemeine, in Centraleuropa dagegen seltene Käfer geniesst hochalpin weite Verbreitung. In den französischen Alpen belebt er noch den Lac du Rosé bei Briançon, ca. 2300 m; zahlreich sind seine hochgelegenen Wohnstätten im Wallis und Berneroberland. So erreicht er z. B. die Passhöhe des Simplon und den See auf dem St. Bernhard, 2445 m. Auch in den Glarner Alpen verbreitet sich der Käfer bis zu 2100 m. Aus Graubünden führe ich folgende Hochgebirgsstandorte an: Davos, Rheinwald, Lenzerhaide, Oberengadin, Rosegg, Passhöhe der Flüela, 2388 m, und endlich den Garschinasee und die Tümpel am Rellthalsattel im Rhätikon. Warme, kleine Seen und seichte Tümpel werden als Heimat bevorzugt. *A. congener* bewohnt auch Gewässer deutscher Mittelgebirge, wie den Kleinen Koppenteich im Riesengebirge.

A. solieri Aubé.

Eine für die Hochalpen ebenso typische Käferform, wie *Hydroporus nivalis*. Sie fehlt in keinem Abschnitt der Alpenkette und erhebt sich zu sehr bedeutender Höhe. Von besonders hochgelegenen Fundorten verdienen Erwähnung zahlreiche Hochalpenseen bei Briançon bis gegen 2500 m; im Wallis neben vielen anderen der Schwarzsee bei Zermatt, 2558 m, und der See auf dem Bernhardpass; in der Gotthardgruppe u. a. die Becken von Corrandoni, 2359 m, vom Passe dell' uomo, 2302 m, und vom Pizzo Columbe, 2375 m. In Glarus ist der Käfer hochalpin weit verbreitet; in St. Gallen bewohnt er den Vilterser- und Wangsersee der Grauen Hörner, 1902 und 2200 m; endlich fehlt er fast nirgends in den Bergseen Graubündens und Tirols. Es seien angeführt die Becken der Berninapasshöhe, 2354 m, die Seen von Mortels, 2520 und 2610 m, und Tümpel am Stilfserjoch, 2755 m. *A. solieri* bewohnt auch die Pyrenäen und die Hohe Tátra.

A. bipustulatus Redtenb.

Nahe verwandt, oder vielleicht identisch mit *A. solieri* Aubé, teilt *A. bipustulatus* L. dessen ungemein weite horizontale und vertikale Verbreitung in den Hochalpen. Er dehnt sich gleichzeitig über ganz Europa aus. Von den St. Bernhardseen beherbergten der untere Lac de Fenêtre, 2420 m, und der untere Lac de Cholaire, 2425 m, das Insekt. Andere Walliser Fundorte sind Tümpel am Aletschgletscher und der See von Szofferey, 2560 m. Im Rhätikon konstatierte ich das Tier für die Tümpel am Grubenpass und am Rellthalsattel, sowie für den Gafiensee, 2313 m; es kommt auch in Arosa, im Statzer See, 1812 m, und im See am Rheinwalder Maschollhorn, über 2000 m vor.

A. sturmii Gyll.

In ganz Europa verbreitet, bevorzugt der Käfer indessen den Norden und stellt sich gleichzeitig an einigen hochalpinen Standorten ein. Zu nennen sind der Aletschwald und in Graubünden Pontresina, 1803 m, Rosegg, ca. 2000 m, und die Flüelapasshöhe, 2388 m,

A. maculatus L.

Im Wallis selten, häufiger in Appenzell, Engadin und Tirol. Als höchste Verbreitungsgrenze mögen die Seen des Oberengadins, ca. 1800 m, gelten.

Digitized by Google

A. didymus Ol.

Alpin im Tirol, auf dem Simplon und weit verbreitet im Oberengadin.

A. guttatus Payk.

Zahlreiche Standorte im Wallis bis in den See auf dem St. Bernhard, 2445 m. In Glarus, Graubünden und Tirol bis gegen 2300 m.

A. bipunctatus F.

Entremont im Wallis.

A. biguttatus Ol.

Simplon, Tirol.

A. subtilis R.

Schneetümpel oberhalb Aletschgletscher, ca. 2400 m.

A. pulchellus Heer.

Ritomsee, 1829 m, St. Moritzersee, 1771 m.

A. femoralis Payk.

Alpin, ohne nähere Fundortsangabe.

A. chalconotus Panz.

In Europa sporadisch verbreitet, alpin bekannt von Nufenen, 1576 m, aus einem Tümpel am Grubenpass (Rhätikon), 2200 m, und aus Tirol, Kaunserthal-Gepatsch, 1950 m.

A. thomsoni Sahlb.

Alpin vom Roseggletscher, ca. 2000 m, sonst nur aus Lappland und Finmarken.

A. paludosus F.

Lenzerhaidsee, 1487 m.

Ilybius fuliginosus F.

Lenzerhaide, 1477 m, Vetan, 1647 m. Beide Fundorte in Graubünden.

I. obscurus Msh.

Alpin in Tirol.

Rhantus suturalis Lacord.

Tümpel am Morteratschgletscher, 1908 m.

Dytiscus marginalis L.

Geht im Wallis nicht selten bis 1500 m, in Graubünden in Teichen und Brunntrögen bis gegen 2000 m. See von Vetan, 1647 m, Silvaplanersee 1794 m.

D. lapponicus Gyll.

Mont Cenis, Simplon.

Acilius sulcatus L.

Schwarzer See bei Tarasp, 1550 m.

Gyrinus minutus F.

Tarasper See, 1410 m.

G. marinus Gyll.

Schwarzer See bei Tarasp, 1550 m.

Digitized by Google

Hydraena gracilis Kugelann.

Bei Trafoi, Tirol, 1559 m.

Helophorus glacialis Villa.

Ein richtiger Hochgebirgsbewohner, der sich in den Alpen einer unbegrenzten Verbreitung erfreut und auch in Skandinavien und den Gewässern der Pyrenäen zu Hause ist. Aus der grossen Zahl seiner Wohnorte in den Hochalpen seien nur wenige hervorgehoben; so zahlreiche Seen der Umgegend von Briançon in einer Erhebung von 2300—2500 m; im Wallis die Passhöhen von St. Bernhard, Simplon, Col de Balme, Col de Cheville, Sanetsch und viele andere Lokalitäten; am Südabhang des St. Gotthard eine ganze Reihe von Seen bis zum Lago Cadlimo, 2513 m. In ähnlicher Weise findet sich der Käfer im Gebiet der Glarner, St. Galler und Bündner Alpen. Auf diese Region beziehen sich die folgenden Fundorte; Berglisee, Wiedersteinerloch, Seeloch, Oberengadin, Albula, Nufenen, Urdensee, 2200 m, Avers, 1700—2200 m, Bernina, Frela, Urschein, Passhöhe der Flüela. An letzterer Lokalität wurde der Käfer auf Schnee laufend angetroffen.

Im Tirol kennen wir das Tier aus dem Plenderlesee, 2410 m, und vom höchsten Fundort von Wasserkäfern, aus Schneetümpeln des Habicht, 3270 m. Für Vorarlberg kann als Standquartier der Gamperdunergrat gelten. An manchen hochgelegenen Orten tritt die var. *nivalis* Giraud stellvertretend auf. (Val Bevers, 1710 m, Saas Fée, Eggischhorn, Plenderlesee).

H. rugosus Ol.

See auf dem St. Bernhard, 2445 m.

H. alpinus Heer.

Da und dort hochalpin. Gemmi, Simplon, See des St. Bernhard, Pilatus, Rheinwalder Alpen, 1500—1600 m, Vallettapass bei Nufenen, 2640 m, Tirol.

H. fracticostis Fairm.

Wallis (Rothhorn), Pyrenäen.

H. frigidus Graells.

Mehrere Fundorte im Wallis, Pontresina, Stätzerhorn über 2000 m. Gebirge Spaniens.

H. aeneipennis Thoms.

Furka, bei Pontresina bis 2000 m.

H. costatus Goeze.

Nufenen, 1576 m, Albula, 2313 m.

H. aquaticus L.

Oberengadin, Arosa, Tirol.

Hydrocharis caraboides L.

Lünersee, 1943 m, in der var. *scrobiculatus* Panz.

Hydrobius fuscipes L.

Wallis: Tümpel bis über 1500 m, Oberengadin, 1800 m.

Digitized by Google

Creniphilus limbatus F.
Pontresina, 1803 m.
Laccobius minutus L.
Im Wallis bis 1800, Nufenen, St. Moritz, Morteratsch, 1908 m. Ebenso in Glarus.
L. sinuatus Motsch.
Wallis: Tümpel bis 1500 m, in var. *nigriceps* Thoms., Pontresina, 1803 m.
Helochares lividus Forst.
Seen von Furtschellas und Sgrischus, Graubünden, 2680 und 2640 m.
Limnobius truncatellus Thunb.
Davos, Oberengadin, Calanda, 2000—2100 m.
Laccophilus minutus L.
Wallis bis 2000 m, Eggischhorn.

Die allerdings noch vielfach lückenhaften Daten erlauben es, folgende höchstgelegene Fundorte für die einzelnen Arten von Schwimmkäfern im Alpengebiet zu nennen:

Name	Fundort	m
Hydroporus assimilis Payk. . .	Glarneralpen	2000
H. griseostriatus De Geer. . . .	See von Szofferey	2560
H. davisii Curt.	Lünersee	1943
H. septentrionalis Gyll.	Schwarzsee-Zermatt	2558
H. rivalis-sanmarkii Sahlb. . .	Oberengadin	1800
H. memnonius Nic.	Bernina	2354
H. nigrita F.	Passo dell' uomo	2302
H. marginatus Duft.	Oberengadin	1800
H. nivalis Heer	Lac de Grand Lay	2620
H. palustris L.	Lac rond (Briançon)	2450
H. erythrocephalus L.	Val Fain	2300
H. ferrugineus Steph.	St. Moritzersee	1771
H. victor Aubé	Wangsersee	2200
H. planus F.	St. Gotthard	2000
H. ovatus St.	Gafiensee	2313
H. glabellus Thoms.	Bernina	2100
H. geniculatus Thoms.	Simplon	2000
H. nigellus Mann.	Plateau de Cristol	2450
H. pubescens Gyll.	Lago Cadlimo	2513
H. bilineatus Sturm	Simplon	2000
H. pictus F.	Simplon	2000
H. halensis F.	Ritomsee	1829
H. foveolatus Heer	Lac du Rosé	2300
H. morio Dej.	Berglisee	2100

Digitized by Google

Name	Fundort	m
H. elongatulus Redtenb.	Gafiensee	2313
H. tristis Payk.	Tirol	2000
Haliplus amoenus Ol.	Lac du Lautaret	2075
Agabus congener Payk.	St. Bernhardsee	2445
A. solieri Aubé	Stilfserjoch	2755
A. bipustulatus Redtenb. . . .	See von Szofferey	2560
A. sturmii Gyll.	Flüelapasshöhe	2388
A. maculatus L.	Oberengadin	1800
A. didymus Ol.	Oberengadin	1800
A. guttatus Payk.	St. Bernhardsee	2445
A. biguttatus Ol.	Simplon	2000
A. subtilis R.	Schneetümpel am Aletschgletscher	2400
A. pulchellus Heer	Ritomsee	1829
A. chalconotus Panz.	Grubenpass	2200
A. thomsoni Sahlb.	Am Rosegg-Gletscher	2000
A. paludosus F.	Lenzerhaidsee	1487
Ilybius fuliginosus F.	Vetan	1647
Rhantus suturalis Lacord . . .	Am Morteratschgletscher	1908
Dytiscus marginalis L.	Silvaplanersee	1794
D. lapponicus Gyll.	Simplon	2000
Acilius sulcatus L.	Schwarzsee-Tarasp	1550
Gyrinus minutus F.	Taraspersee	1410
G. marinus Gyll.	Schwarzsee-Tarasp	1550
Hydraena gracilis Kugelann. . .	Trafoi	1559
Helophorus glacialis Villa. . .	Habicht (Tirol)	3270
H. rugosus Ol.	St. Bernhardsee	2445
H. alpinus Heer	Vallettapass	2640
H. aeneipennis Thoms.	Bei Pontresina	2000
H. frigidus Graells	Stätzerhorn	2100
H. costatus Goeze	Albula	2313
H. aquaticus L.	Oberengadin	1800
Hydrocharis caraboides L.	Lünersee	1943
Hydrobius fuscipes L.	Oberengadin	1800
Creniphilus limbatus F.	Pontresina	1803
Laccobius minutus L.	Morteratschgletscher	1908
L. sinuatus Motsch.	Pontresina	1803
Helochares lividus Forst. . . .	See von Furtschellas	2680
Limnobius truncatellus Thunb. .	Calanda	2100
Laccophilus minutus L.	Eggischhorn	2000

Digitized by Google

Am Ufer der von der Sulzfluh herabrieselnden Bäche fand ich nicht selten *Parnus nitidulus* Heer; im Wasser selbst die Larven einer *Cyphon*-Art. Brunnen und Bäche des Rhätikon, bis hinauf zur Plasseggenpasshöhe, über 2300 m, beherbergten die Larven von *Necrodes litoralis* Redtenb. und von Carabiden.

Im See von Garschina und im Hauptzufluss des Lünersees lebten Larven der Gattung *Dytiscus*, in den verschiedensten Gewässern der Rhätikonkette solche von *Hydroporus* und *Agabus*.

Die aquatile Käferfauna der Hochalpen setzt sich, nach dem heutigen Stand der Kenntnisse, 'aus mehr als 70 Arten zusammen. Davon können 16 als ganz allgemein in den Alpen verbreitet gelten. Es sind: *Hydroporus griseostriatus* De Geer, *H. davisii* Curt., *H. septentrionalis* Gyll., *H. nigrita* F., *H. nivalis* Heer, *H. palustris* L., *H. pubescens* Gyll., *H. foveolatus* Heer, *Agabus congener* Payk., *A. solieri* Aubé, *A. maculatus* L., *A. didymus* Ol., *A. punctatus* Payk., *A. bipustulatus* Redtenb., *Helophorus glacialis* Villa, *H alpinus* Heer.

So trägt die Gesellschaft wasserbewohnender Coleopteren durch die ganze Alpenkette ein ungemein gleichartiges Gepräge zur Schau. Die Gleichartigkeit der faunistischen Zusammensetzung wird noch überzeugender hervortreten, wenn die verschiedenen Abschnitte des grossen Gebirgszugs gleichmässig auf Wasserinsekten untersucht sein werden. Schon heute zeigt sich die grösste Uebereinstimmung zwischen den zwei am besten durchforschten Gebieten, den Hochalpen von Wallis und denjenigen von Glarus und Graubünden. Den Walliser Bergen kommen 40, denjenigen von Glarus und Bünden 52 Wasserkäfer zu. Davon gehören nicht weniger als 28 gleichzeitig den beiden genannten Abschnitten der Alpenkette an.

Auch die so notwendige Bereinigung der Synonymie der Wasserkäfer wird eine weitere faunistische Ausgleichung zwischen den einzelnen Gebieten der Hochalpen mit sich bringen. So dürften sich z. B. *Agabus solieri*, *A. bipustulatus* und *A. subtilis*, wie dies schon Redtenbacher betont, als blosse Lokalvarietäten derselben Art erweisen. Auch *A. maculatus* und *A. pulchellus* fallen höchst wahrscheinlich zusammen. In ähnlichem Verhältnis stehen wohl *A. congener* nnd *A. chalconotus* zu *A. sturmii* und *A. paludosus*.

Aus den für die Fauna des Hochgebirgs so bezeichnenden Genera *Hydroporus* und *Helophorus* liessen sich zahlreiche ähnliche Beispiele von der Notwendigkeit der Vereinigung heute getrennter Arten aufzählen. Die systematische Vereinfachung wird naturgemäss eine faunistische Vereinheitlichung zur Folge haben.

Mit der Wasserkäferfauna anderer Gebirgszüge von bedeutender Elevation stimmt diejenige der Alpen in auffallendem Masse überein. Auf diesbezügliche verwandtschaftliche Verhältnisse mit dem Riesengebirge und den Pyrenäen wurde in der systematischen Aufzählung hochalpiner Schwimmkäfer wiederholt hingewiesen. Blanchard und Richard betonen ausdrücklich, dass mit Ausnahme von *Hydroporus nigellus* alle in

Digitized by Google

den Hochgebirgsgewässern von Briançon gesammelten Coleopteren auch den Pyrenäen angehören.

Wierzejski kennt aus der Tátra über 1500 m folgende Wasserkäfer: *Hydroporus palustris* L., *H. davisii* Curt., *H. geminus* F., *Agabus solieri* Aubé, *A. congener* Payk., *A. bipustulatus* Redtenb., d. h. ohne Ausnahme typische Bewohner der Hochalpen. Noch grössere Bedeutung besitzt die Uebereinstimmung der Käferwelt des hohen Nordens mit derjenigen der Alpen. Dies betonen alle Sammler hochalpiner *Coleoptera*, speziell Favre, Killias und von Heyden. Der letztgenannte Autor kennt aus dem Oberengadin 33 Käfer, die im Norden und daneben fast ausschliesslich in den Hochgebirgen zu Hause sind. Nach Bugnion, der zu Favres grossem Werk das einleitende Kapitel schrieb, steht die Schwimmkäferfauna der Hochalpen an Formenzahl hinter derjenigen Lapplands, Finnlands und Skandinaviens beträchtlich zurück. Doch genügt das Vorhandene, um die weitgehende, faunistische Aehnlichkeit zwischen dem Norden und den Alpen zu beleuchten. Von hochalpinen, wasserbewohnenden Käfern bevorzugen u. a. folgende gleichzeitig hohe nordische Breiten.

Name.	Nordische Fundorte.
Hydroporus davisii Curt. . . .	Schottland, Lappland, Skandinavien.
H. septentrionalis Gyll. . . .	Nordisches Europa u. Amerika, Lappland, Sibirien.
H. rivalis var. sanmarkii Sahlb. .	Nordisches Europa u. Amerika, Sibirien.
H. griseostriatus De Geer . . .	Schweden, Norwegen, Lappland, Aleuten, Sibirien. Nordisches Amerika.
H. geniculatus Thoms.	Lappland, Nordisches Amerika.
H. assimilis Payk.	Lappland.
Agabus congener Payk. . . .	Nordisches Europa u. Amerika, Sibirien, Grönland.
A. solieri Aubé	Schottland, Irland, Lappland.
A. subtilis R.	Skandinavien, Sibirien.
A. guttatus Payk.	Skandinavien, Lappland.
A. sturmii Gyll.	Nordeuropa.
A. thomsoni Sahlb.	Lappland, Finmarken.
Dytiscus lapponicus Gyll. . . .	Lappland.
Helophorus glacialis Villa . . .	Boreales Europa.

Ein Vergleich der vorstehenden Liste mit der vorangehenden Zusammenstellung hochalpiner Wasserkäfer beweist sofort, dass gerade die typischen Gebirgsformen, die sich in den Alpen vertikal und horizontal am weitesten verbreiten, gleichzeitig den hohen Norden bewohnen. Andere Alpenkäfer finden boreal ihre Vertretung durch sehr nahe verwandte Arten. Von gemeinsamen Vorfahren abstammend, haben die betreffenden Tiere an den zwei weit auseinanderliegenden Lokalitäten — Alpen und hoher Norden — eine etwas abweichende Differenzierung erfahren. So vertritt z. B. *Hydroporus*

Digitized by Google

glabriusculus im borealen Europa und Amerika, sowie in Sibirien, die so typische Hochalpenform *H. nivalis.*

Zwischen die Vertretung im hohen Norden und in der Alpenkette schieben sich isolierte Käferkolonien als verbindende Zwischenstationen ein. Sie bevorzugen die deutschen Mittelgebirge und besonders das Riesengebirge. Dort leben z. B. *Hydroporus septentrionalis* Gyll., *H. geniculatus* Thoms., *Agabus congener* Payk. und *Helophorus aeneipennis* Thoms.

Auf das Vorkommen hochalpiner und nordischer Käfer in anderen Mittelgebirgen ist oben hingewiesen worden.

Aber auch in der Ebene leben sporadisch zerstreut Ansiedlungen boreal-alpiner Coleopteren. Heer erwähnt solche in der Ost- und Westschweiz von *Hydroporus septentrionalis* Gyll., *H. griseostriatus* De Geer, *H. davisii* Curt. und *H. rivalis* var. *sanmarkii* Sahlb.

Mit Heer und Bugnion haben wir in diesen zerstreuten Kolonien die Ueberreste einer am Schluss der Glacialzeit durch Centraleuropa weit verbreiteten Fauna zu sehen. Das milder werdende Klima liess die glacialen Käfer mit den Gletschern nach Norden und in die Hochalpen zurückweichen; nur an wenigen, geeigneten Lokalitäten der Mittelgebirge und der Ebene hielten sich noch ihre vereinzelten Ansiedlungen.

Höchst wahrscheinlich entstammen die betreffenden Coleopteren ursprünglich dem hohen Norden. Mit den Eismassen rückten sie während der Pliocänzeit aus ihrer borealen Heimat nach Süden vor, um mit dem endlichen Rückgang der Vergletscherung den Rückzug nach Norden anzutreten, gleichzeitig aber auch in die Gebirge emporzusteigen. Die Schwimmkäfer liefern einen neuen, wertvollen Beweis einstiger, enger Beziehung zwischen der Fauna der Hochalpen und des hohen Nordens.

31. Mollusca.

(Allgemeine Vertretung und Verbreitung im Gebirge.)

Die Molluskenfauna der Hochgebirgsgewässer zeichnet sich, nach dem übereinstimmenden Urteil sämtlicher Autoren, durch Einförmigkeit und Armut aus. Wenige Gattungen steigen hoch im Gebirge empor, noch relativ beschränkter ist die Zahl ihrer Arten, und nur selten treten einigermassen nennenswerte Individuenmengen auf.

Von Martens fiel der Mangel an Süsswassermollusken in den Bergen Appenzells auf. Er nennt einzig *Limnaea truncatula* als Bewohnerin des Seealpsees, 1142 m. Nach Clessin leben im Schachensee, dessen Höhenlage 1500 m wenig übersteigt, nur *Pisidium fossarinum* und *L. truncatula*; Studer fand sogar den Lac de Champex, 1466 m, völlig molluskenleer, und auch Blanchard und Richard bemerken, dass manche grosse und tiefe Alpenseen Weichtiere nicht zu beherbergen scheinen. Meine eigenen Beobachtungen,

Digitized by Google

die weiter unten ausführlichere Darlegung finden sollen, decken sich mit den Angaben der genannten Autoren.

Im Gebiet des grossen St. Bernhard war die Molluskenarmut geradezu überraschend, während in der Kalkkette des Rhätikon einige wenige Arten horizontal ziemlich weite Verbreitung genossen, ohne indessen vertikal die Grenze von 2300 m zu überschreiten. Die angedeuteten Verhältnisse vertikaler Molluskenverbreitung in der Schweiz konnte Imhof durch folgende Zahlen beleuchten:

Seen von 1200—1800 m 6 Genera mit 8 Species
„ „ 1800—2300 m 2 „ „ 3 „
„ „ 2300—2700 m 2 „ „ 4 „

In den beiden oberen Regionen beherbergte ein Wasserbecken je nur eine Gattung von Weichtieren mit höchstens zwei verschiedenen Arten.

Gegenüber dieser Armut verdient die Thatsache betont zu werden, dass unter günstigen Umständen das Molluskenleben auch im Hochgebirge etwas reicher aufblühen kann. Besonders sind es Wasserbecken von ziemlich beträchtlichem Umfang und von mittlerer Höhenlage, in denen Species- und Individuenzahl von Schnecken und Muscheln gesteigert werden kann. Fuhrmann bemerkt, dass in gewissen Seen des Gotthardmassivs — Lago Ritom, 1829 m, Lago Cadagno, 1921 m, und Lago di Tom, 2023 m — verschiedenartige Vertreter der Gattung *Limnaea* in Menge vorkommen, ein Verhältnis, das schon früher Asper und Imhof nicht entgangen war. In jenen Gewässern leben *Limnaea peregra* Müll., var. *frigida* Charp., *L. auricularia* L., var. *ampulla* Küst., *L. truncatula* Müll., *L. mucronata* Held und ausserdem *Pisidium nitidum*, *P. fossarinum* und *Pisidium* spec.

Noch reicher wird die Molluskenvertretung in den Seen des Hochthals von Davos, die allerdings nur zwischen 1500 und 1600 m Höhe liegen. Ausser Limnäen und Pisidien stellen sich dort auch die Gattungen *Bythinia* und *Planorbis* ein. Nach den sorgfältigen Zusammenstellungen Am Steins würde sich die Schneckenfauna jener Seen aus folgenden Formen zusammensetzen:

Limnaea peregra Müll., in mehreren Variationen.
L. truncatula Müll.
L. auricularia Drap.
Planorbis rotundatus Poir.
Bythinia tentaculata L.

Besonders günstige Entwicklungsbedingungen endlich finden Wassermollusken in der an Seen und Bächen reichen Thalsohle des Oberengadins. Darauf weisen deutlich die Beobachtungen von Spencer Pearce hin. Abgesehen von Varietäten und Mutationen nennen die Arbeiten von Am Stein, Clessin, Asper, Imhof und Suter folgende Formen von Wasserschnecken und Muscheln als Bewohner des Oberengadins:

Digitized by Google

Paludina achatina Drap.
Planorbis rotundatus Poir.
Pl. spirorbis L.
Pl. contortus L.
Limnaea auricularia L.
L. peregra Müll.
L. truncatula Müll.
Pisidium fragillimum Cless.
P. urinator Cless.
P. fontinale Drap.
P. pusillum Gmel.

Die meisten dieser Mollusken bewohnen die Seen von St. Moritz, Campfer, Silvaplana und Sils, die zwischen 1771 und 1796 m liegen.

Aus eigener Erfahrung kann ich endlich das häufige Auftreten von Pisidien in der sublitoralen Zone des Lünersees melden, die von den starken Niveauschwankungen des Wasserspiegels nicht mehr berührt wird.

Aus den vorhergehenden Darlegungen geht für die Molluskenfauna der Alpengewässer zunächst zweierlei hervor: Armut und Einförmigkeit der Zusammensetzung und ungleichmässige Verteilung in vertikaler Richtung, indem höher liegende Seen an Weichtieren reicher sein können, als tiefer gelegene.

Dasselbe Bild schwacher Vertretung und ungleichförmiger Verteilung der wasserbewohnenden Mollusken bieten auch andere Hochgebirge. In den Pyrenäen steigt, nach Belloc, *Limnaea limosa* L., var. *glacialis* (= *L. ovata* Drap.), begleitet von *Pisidium casertanum* Poli., var. *lenticularis* Norm., bis in den Lac d'Oncet, 2238 m, während der 200 m tiefer liegende Lac d'Escoubouz nur *Limnaea limosa* beherbergt. Im Lac de Gaube, 1788 m, lebt ausser *L. limosa* und *Pisidium casertanum* Poli, var. *pulchella* Jenyns, noch *Ancylus fluviatilis* Müll., var. *capuloides* Porro, der im Lac d'Estom, 1782 m, die Mollusken allein vertritt.

Etwas reicher und mannigfaltiger gestaltet sich die Molluskenfauna der grossen Alpenseen des Kaukasus, Goktschai und Tschaldyr-göl, welche beide über 1900 m liegen. Brandt fand daselbst mehrere *Ancylus*-Arten, *Limnaea ovata* Drap., *L. stagnalis* L. und *Planorbis carinatus* Müll. Die beiden letztgenannten Arten stiegen bis in bedeutende Tiefen hinab. Dazu gesellten sich im Goktschai zahlreiche Individuen einer *Pisidium*-Art, im Tschaldyr *Anodonta ponderosa*.

Die horizontale und vertikale Verteilung der aquatilen Mollusken im Hochgebirge, wie sie in den vorhergehenden Zeilen geschildert worden ist und in den folgenden Abschnitten über Gastropoden und Lamellibranchier näher ausgeführt werden soll, wird bedingt durch die Art und Weise des Molluskenimports in hochgelegene Gewässer, sowie durch die biologischen Bedürfnisse und Ansprüche der betreffenden Weichtiere. Ueber die Einfuhr von Mollusken in alpine Wasserbecken spricht sich Clessin aus.

Die Wiederbevölkerung hochalpiner Seen mit Mollusken nach Abschluss der Gletscherzeit fand schrittweise von der Ebene aus statt, und zwar nicht durch aktive Einwanderung, sondern durch passive Uebertragung durch ziehende Wasservögel. Einem aktiven Vordringen von Schnecken und Muscheln in Hochgebirgsseen würden, nach

Digitized by Google

Clessin, die rasch fliessenden und geröllreichen Abflüsse unüberwindliche Hindernisse entgegengestellt haben. Die Molluskenarmut mancher Gebirgsseen, welche sonst für Weichtiere noch günstige Bedingungen bieten, wie der Schachensee, 1512 m, erklärt der angeführte Autor durch mangelnden Besuch von Wasservögeln.

Für Clessins Theorie vom Molluskenimport in Wasserbecken der Hochgebirge sprechen zwei Thatsachen. Einmal ist mehrfach gezeigt worden, dass Weichtiere durch Vögel wirklich verschleppt werden können; sodann erhalten auch noch recht hochgelegene Seen regelmässig den Besuch ziehender Vögel. Zur Zeit des Herbstzugs wenigstens sind die Seen bis zur Schneegrenze hinauf von Eis befreit. Daten über Vogelbesuch finden sich im Kapitel über die Herkunft hochalpiner Wasserbewohner zusammengestellt.

Dass Muscheln durch Vögel tranportiert werden können, haben Darwin, Moynier de Villepoix, Schäff, J. de Guerne u. a. beobachtet. So ist den resistenzfähigen Lamellibranchiern eine günstige Verbreitungsgelegenheit gesichert. Aber auch Schnecken benützen den fliegenden Vogel als Vehikel. Nur so erklärt sich, nach Clessin, die rasche Belebung neuentstandener Tümpel mit Mollusken.

In manchen Fällen dienen aber auch andere Tiere den wenig beweglichen Mollusken als Transportmittel. Schon Darwin fand einen *Ancylus* auf *Colymbetes* festgeheftet und in neuester Zeit hat Brockmeier ausdrücklich darauf hingewiesen, dass Wasserwanzen und Wasserkäfer als Verbreiter besonders von Lungenschnecken eine wichtige Rolle spielen. Pisidien und Sphaerien klemmen sich oft an den Extremitäten von Amphibien fest. Darüber berichten Knapp, Darwin und Jules de Guerne, und ihre Beobachtungen finden in Aquarien, welche Muscheln und Tritonen gleichzeitig beherbergen, eine tägliche Bestätigung. Auch das zur Tränke gehende Säugetier kann, nach Simroths Annahme, zur Weiterverbreitung gewisser Mollusken beitragen.

Passiver Molluskentransport durch Vögel und, in zweiter Linie, durch Insekten und Amphibien hat sicher zur Wiederbevölkerung mancher Hochgebirgsseen mit Weichtieren geführt. Der Molluskenreichtum gewisser alpiner Wasserbecken, ich denke etwa an die Seen des Oberengadins, von Davos, an den Lago Ritom, die alle an viel beflogenen Zugstrassen liegen, mag mit der Häufigkeit und Regelmässigkeit des Vogelbesuchs in direktem Verhältnis stehen. Auch das sporadische Vorkommen gewisser Gattungen in Alpenseen, während die nächsten Artverwandten die Ebene bewohnen, dürfte sich durch die Zufälligkeiten passiven Imports erklären. In dieser Richtung kämen etwa *Bythinia*, *Paludina*, *Ancylus*, *Valvata*, *Sphaerium* besonders in Betracht.

So bedingt die Modalität des Imports bis zu einem gegebenen Grade die Verteilung der Wassermollusken im Gebirge.

Neben passiver Einfuhr scheint mir aber auch langsames aktives Vordringen längs Alpenbächen für die vertikale Ausbreitung der Gastropoden von nicht zu unterschätzender Bedeutung zu sein. Nur auf diesem Wege können sehr hochgelegene, kleinste

Digitized by Google

Quellen und Rinnsale, welche vom ziehenden Vogel nie besucht werden, ihre allerdings bescheidene Schneckenbevölkerung erhalten haben. An solchen Lokalitäten stellt sich, wie wir bald erfahren werden, recht regelmässig *Limnaea truncatula* und *Limnaea peregra* ein. Sie gelangen vom Thal aktiv oder passiv in die Alpenseen und steigen von dort, wie von einem neuen Dispersionscentrum aus, allmälig durch die bescheidenen und im Herbst gewöhnlich nur spärlich fliessenden Zuflüsse ungehindert bis in die kleinsten und höchstgelegenen Bächlein und Wasseradern.

Die aktive Wanderung, die je nach den lokalen Verhältnissen im Gebirge leicht oder schwer, möglich oder unmöglich sein wird, darf also bei der Erklärung horizontalen und vertikalen Vorkommens von Wassergastropoden in den Bergen nicht ausser Acht gelassen werden.

Der Import bedingt indessen nicht allein die eigentümliche Verbreitung von Schnecken und Muscheln in Alpengewässern. So zeichnen sich z. B. die zahlreichen Seen des grossen St. Bernhard durch äusserst auffallende Molluskenarmut aus, trotzdem sie von Wasservögeln stark besucht werden. Schon den Lac des Champex, 1466 m, fand Studer molluskenleer, und in 16 höher gelegenen Seen des Bernhardgebiets konnte ich, ausser Pisidien, nur ein einziges Exemplar von *Limnaea* entdecken.

Für die Molluskenverteilung in Bergseen treten bedingend hervor die biologischen Verhältnisse, die Ansprüche der wasserbewohnenden Weichtiere an die Umgebung. Sie im Verein mit den immerhin erheblichen Schwierigkeiten aktiver und passiver Einfuhr rufen die Armut und Einförmigkeit der alpinen Gastropoden- und Bivalvenfauna hervor.

Mit Recht betont Clessin, dass die Wassermollusken an Klima- und Bodenbeschaffenheit weniger gebunden seien, als die Landmollusken und desshalb meistens weite Verbreitungsbezirke bewohnen. Dagegen hängen sie sehr von den physikalischen Eigenschaften des Wassers ab. Bäche von starkem Gefälle und mit vielem Geschiebe geben für Weichtiere keine geeigneten Aufenthaltsorte ab.

An anderer Stelle nennt Clessin ausdrücklich als Grund der raschen Verarmung von Hochgebirgsseen an Mollusken die Abwesenheit passender Wohnorte. Die Wasserbecken werden kleiner und kleiner, ihre stark fallenden und viel Geschiebe führenden Zuflüsse bieten nur noch unwirtliche Unterkunft.

Die tiefe Temperatur der Hochgebirgsseen stellt sich der Molluskenverteilung nicht absolut hindernd entgegen. Manche Gattungen, und unter ihnen gerade die Bewohner hochgelegener Gewässer, unterliegen dem Einfluss der Winterkälte nicht, oder wissen sich demselben zu entziehen, indem sie sich möglichst tief in den Schlamm des Untergrundes einsenken.

Planorben, Valvaten und Bythinien, besonders aber *Physa* und *Ancylus*, so sagt Clessin, halten eine weniger strenge Winterruhe, als Limnäen. Sie sind immer lebend unter der Eisdecke anzutreffen. Die Vertreter der grossen Gattung *Limnäa* da-

Digitized by Google

gegen bohren sich so tief als möglich in den Schlamm ein; ihr bedeutendes Luftbedürfnis erfährt dabei eine starke Einschränkung. Dem gegenüber macht Brockmeier darauf aufmerksam, dass Limnäen an und unter der winterlichen Eisdecke häufig zu finden seien. Von der Gattung *Limnäa* scheinen wiederum ganz besonders die Arten *L. peregra* Müll. und *L. truncatula* Müll. resistent zu sein. Es sind das dieselben Formen, die wir bald als höchste, weit vorgeschobene Vorposten der Wasserschnecken im Gebirge kennen lernen werden.

L. peregra bleibt, nach Hartmann, während des Winters im Wasser. Sie kriecht unter dem Eis munter umher und hält wochenlanges Einfrieren recht gut aus. Nach dem Auftauen nimmt sie gebotene Nahrung sofort begierig auf. Ganz ähnlich verhält sich die von Brockmeier unter analogen Bedingungen beobachtete *Limnaea truncatula*.

Auch die Muscheln, besonders die Cycladeen, verspüren den Einfluss der Winterkälte kaum. Sie leben unter dem Eis ebensogut weiter, wie in dem durch Sommertemperatur erwärmten Tümpel. Clessin sah, dass Pisidien, welche im Winter ins warme Zimmer versetzt wurden, dort nach zwei Tagen junge Tiere ausstiessen.

Vollständiges Einfrieren tödtet allerdings Wassermollusken, Schnecken wie Muscheln, rasch. Die Gewebe werden zerrissen, die Gehäuse gesprengt.

Wenn so die Wintertemperatur des Wassers dem Vordringen der Mollusken in die Gebirge kein direktes Hindernis entgegenstellt, weniger als die viel tiefere Lufttemperatur dem senkrechten Aufsteigen der landbewohnenden Schnecken, so übt doch die Kälte einen indirekten Einfluss auf die Gastropoden und Lamellibranchier und auf ihre Verteilung in Gewässern von Gebirgszügen aus.

Durch tiefe Temperaturen wird die Fressgeschwindigkeit der Mollusken herabgesetzt, der Gehäusebau erfährt eine Unterbrechung, um erst mit zunehmenden Wärmegraden wieder aufgenommen und gesteigert zu werden. Damit wird dem Molluskenleben in allen denjenigen Wasseransammlungen des Hochgebirges eine Grenze gesetzt sein, die sehr spät auffrieren, um sich sehr früh wieder zu schliessen. Solche Behälter aber liegen oft in relativ geringer Höhe. Ich erinnere an die molluskenleeren Becken des Todtalpsees an der Scesaplana, 2340 m, und des kleinen Sees am Viereckerpass bei Partnun, 2316 m. Es ergiebt sich ferner, dass flache, offen liegende, leicht zu durchwärmende Tümpel und Teiche auch bei bedeutender Höhenlage für Weichtiere bessere Wohnstätten bieten werden, als tieferliegende, schattige und kalte Hochgebirgsseen.

Durch den Wärmegrad des Wassers wird aber auch Quantität und Qualität der den Schnecken zur Verfügung stehenden, vegetabilischen Nahrung bestimmt und so ein weiterer Faktor ihrer horizontalen und vertikalen Verbreitung im Gebirge geschaffen.

Treffend hebt Clessin den Mangel an passenden Aufenthaltsorten als einen der Gründe der Molluskenarmut alpiner Gewässer hervor. Die Wasserbecken werden kleiner; die Bäche führen immer mehr und gröberes Geschiebe; der Untergrund und

Digitized by Google

das Ufer der Seen bedeckt sich mit ungefügem Blockwerk; Lawinen- und Steinschlag gefährden die Seebecken. Auch in dieser Beziehung wird der flache und schlammige Weiher reicherem Molluskenleben Zuflucht bieten, als der tiefe und felsige See.

In grösseren Hochgebirgsbecken, wie im Lünersee, verhindert der ausgiebige Wellenschlag eine reiche Entfaltung der Molluskenfauna am Ufer. Litorale Schnecken werden zertrümmert, Muscheln ans Gestade geworfen.

Dasselbe Wasserbecken der Scesaplana macht durch seine über mehrere Meter sich vertikal ausdehnenden Niveauschwankungen die Uferzone für Weichtiere nahezu unbewohnbar. Im Frühjahr und Sommer füllt sich das Seebecken mit Schmelzwasser, welches durch das unterirdische Abflussrohr nur langsam sich entleert. Im Herbst und Winter versiegen die zuströmenden Bäche und der Seespiegel sinkt, so dass die litorale Fauna der Austrocknung preisgegeben wird. So bleibt die Uferzone des Lünersees arm an Mollusken, trotzdem Nahrungs- und Wohnungsverhältnisse des nur 1943 m hochliegenden Wasserbeckens eine ausgiebigere Weichtiervertretung gestatten würden. Ganz ähnliche Verhältnisse herrschen an zahlreichen hochalpinen Seen.

Der Austrocknung widerstehen übrigens während längerer Zeit mehrere resistente Arten der Gattung *Limnaea*. Zu ihnen gehören vor allem die beiden echten Hochgebirgsformen *L. truncatula* und *L. peregra*.

Endlich wird die Verteilung des Molluskenlebens im See der Gebirgszüge offenbar bedingt durch die chemischen Eigenschaften des Wassers. Der mit der Höhe abnehmende Sauerstoffgehalt bleibt gewiss nicht ohne Einfluss auf Arten- und Individuenvertretung von Muscheln und Schnecken in den Gebirgsseen.

Ganz besonders aber spricht in dieser Beziehung der Gehalt der Gewässer an gelöstem kohlensaurem Kalk ein schwerwiegendes Wort mit. Gebirgsseen, die im Kalkgebirge liegen, und deren Zuflüsse über Kalkboden fliessen, beherbergen unter sonst ähnlichen Bedingungen eine reichere Molluskenwelt, als Gewässer kalkarmer Gebirgsgegenden.

So ist der See von Partnun reich, derjenige von Tilisuna arm an Mollusken; beide entsprechen sich nach Höhenlage und äusseren Bedingungen, der eine aber liegt im Jurakalk der Sulzfluh, der andere im Urgebirge. Studer schreibt die sehr auffallende Molluskenarmut des Lac de Champex, 1460 m, der Lage des Sees in kalkarmer Gegend zu, in der auch die Landschneckenfauna ärmlich bleibt. Dieselbe Erklärung gilt wohl auch für die bereits angeführte Armut der Hochseen des St. Bernhard an Mollusken und für das Fehlen von Weichtieren in den Seen des Riesengebirges, das Zacharias betont.

Den Untersuchungen Weith's entsprechend bleiben die Hochseen auf der Passhöhe des St. Gotthard beinahe frei von gelöstem Kalk; ihre Weichtierfauna besteht aus wenigen Pisidien. Der Lenzerhaidsee und der obere See von Arosa mit 0,1470 Gr.

Digitized by Google

und 0,1115 Gr. gelösten Kalkes auf den Liter Wasser dagegen beherbergen zahlreiche Schnecken.

Natürlich bleibt dabei nicht ausgeschlossen, dass auch Seen der Urgebirgsformation, die für Molluskeneinfuhr und Molluskenexistenz günstige Bedingungen bieten, gelegentlich mit Weichtieren reich bevölkert werden können.

Nach den vorausgehenden Auseinandersetzungen erklärt sich die Armut und Einförmigkeit der wasserbewohnenden Molluskenfauna im Hochgebirge durch zwei Gründe; durch den zahlreichen Schwierigkeiten und Zufälligkeiten ausgesetzten aktiven und passiven Import und durch die zahlreichen, ungünstigen Bedingungen, welche die Wassermollusken im Gebirge erwarten. Nur relativ wenige Weichtiere eignen sich zu passiver Reise und Uebertragung; noch weniger zahlreich sind diejenigen, welche eine aktive Wanderung durch reissende Gebirgsbäche aufwärts wagen dürfen. Im Alpensee angelangt haben die passiven und aktiven Einwanderer zu kämpfen gegen die ungünstigen Folgen lange andauernder, tiefer Temperaturen, gegen Nahrungsmangel und Mangel an geeigneten Wohnstätten. Sie sind der Gefahr der Niveauschwankungen, des Wellenschlages und der Austrocknung ausgesetzt und werden durch die chemische Zusammensetzung des bewohnten Mediums ungünstig beeinflusst. Ihre Fortpflanzungsthätigkeit endlich erfährt durch den kurzen alpinen Sommer wesentliche Einschränkung.

Die ungünstigen Verhältnisse prägen sich an naheliegenden Lokalitäten in sehr verschiedenem Masse aus. Höher gelegene Seen können günstiger gestellt sein, als tieferliegende. So wird die Wassermolluskenverteilung im Hochgebirge in engem Raum horizontal und vertikal eine sehr wechselnde. Es kann daher nicht auffallen, dass höher gelegene Wasserbecken oft an Molluskenreichtum tiefer liegenden beträchtlich vorausstehen. Solche Differenzen werden zudem noch mitbedingt durch die Zufälligkeiten des Imports.

Im allgemeinen dürfen offene, seichte, schlammige Tümpel und Weiher, deren Temperatur sich rasch hebt, und die Kalk reichlich gelöst enthalten, auch bei relativ bedeutender Höhenlage, auf reiche Molluskenbevölkerung rechnen. Regelmässiger Besuch ziehender Wasservögel wird die Importgelegenheit erhöhen.

In sehr bedeutender Höhe, 2500—2800 m, häufen sich die ungünstigen Lebensbedingungen so sehr, dass die Molluskenvertretung im Wasser definitiv ihre oberste Grenze erreicht.

Resistente Mollusken, die desshalb in der Ebene horizontal eine weite Verbreitung geniessen, steigen auch in den Gewässern der Gebirge am höchsten empor. Von den Schnecken gilt das vor allem für die Gattung *Limnaea*, für die Muscheln für *Pisidium*. Die beiden Genera dehnen sich gleichzeitig am weitesten nach Norden aus und gehen in die tiefsten Schichten der grossen subalpinen Seen hinab.

Ueber die speziellen Gesetze der Verteilung von Wassermollusken im Hochgebirge sollen die folgenden Abschnitte über Gastropoden und Lamellibranchier aufklären. Be-

Digitized by Google

sonders die Angaben über Vorkommen und Beeinflussung von *Limnaea truncatula* und *Pisidium* durch hochalpine Lebensbedingungen werden die vorangegangenen Bemerkungen passend illustrieren.

32. Lamellibranchiata.

Als Bewohner von Hochgebirgsseen spielt unter den Bivalven einzig das Genus *Pisidium* eine bemerkenswerte Rolle.

Die Unioniden machen, wenigstens in den Alpen, schon auf relativ niedriger Gebirgsstufe Halt. Als höchsten Fundort für eine kleine *Anodonta* kenne ich, nach Am Steins Angaben, den Flimsersee in Graubünden, 1000 m. Im Kaukasus allerdings erhebt sich *A. ponderosa* (= *Unio ponderosus* Spitz. ?) bis in den über 1900 m hoch liegenden Tschaldyr-göl. Schon die Verarmung der Fischfauna, welche die nötigen Wirte für die jungen Unioniden, die Glochidien, liefern muss, verlegt den Najaden den Weg ins Hochgebirge. Ihr Entwicklungsgang wird ihnen zum biologischen Hindernis ausgedehnter vertikaler Verbreitung.

Beträchtlich emporsteigen soll, nach Clessin, *Calyculina lacustris* Müll. In den Karpathen fand Wierzejski das Tier bei 1131 m als var. *steinii* A. Schmidt. Endlich sind auch für *Sphaerium corneum* L. einige alpine Fundorte von mittlerer Erhebung durch Am Stein bekannt geworden. Hieher gehören der Laaxersee im Bündneroberland, 1044 m, und der auch durch das Gastropodengenus *Valvata* ausgezeichnete Stelsersee im Prättigau, 1660 m. Nach Garbini überschreitet bei Verona einzig *S. corneum* die Höhenquote von 1000 m; alle anderen Muscheln bleiben in tieferer Lage zurück.

Ganz anders liegen die Verhältnisse für *Pisidium*. Diese Gattung geht am weitesten nach Norden, steigt am höchsten in die Gebirge und sinkt in die grössten Tiefen der subalpinen Seebecken. Sie verhält sich somit in Bezug auf horizontale und vertikale Verbreitung ähnlich, wie unter den Schnecken das Genus *Limnaea*.

Ueber nördliches Vorkommen von *Pisidium* genüge ein einziges Citat. Mörch fand in Island *P. nitidum* Jenyns, *P. pusillum* Turton, *P. personatum* Malm., *P. pulchellum* Jenyns und *P. amnicum* Malm. *P. nitidum* und *P. pusillum* beleben auch die Seen Schottlands.

Die eine oder andere dieser nordischen Arten wird uns als Alpenbewohnerin wieder begegnen. Alpin werden wir auch die norwegisch-arktische Form *P. lovéni* antreffen.

Auf die eigentümlichen und engen Beziehungen faunistischer und biologischer Natur zwischen den Pisidien der Hochalpenseen und denjenigen der grossen Tiefen subalpiner Gewässer soll unten ausführlich aufmerksam gemacht werden.

Ueber ausseralpine Gebirgsfundorte von *Pisidium* gebe ich, nach Belloc, Brandt und Wierzejski folgende Uebersicht:

Pisidium fossarinum Cless.

18 Seen der Hohen Tátra bis 1889 m.

Digitized by Google

P. casertanum Poli, var. *lenticularis* Norm.
Lac d'Oncet, Pyrenäen, 2238 m.
P. casertanum Poli, var. *pulchella* Jenyns.
Lac de Gaube, Pyrenäen, 1788 m.
P. pallidum Jeff.
Hohe Tátra, 1095 m.
P. obtusale Pff.
Hohe Tátra, 1131 m.
Pisidium spec.
Kaukasus, Goktschai, auch in grosser Tiefe, 1912 m.

Als eigentliche Gebirgsart dokumentiert sich also durch ihre weite Verbreitung in den Karpathen *P. fossarinum*, ein Verhältnis, das sich für die Alpen durchaus bestätigt. Um ein Bild von der Verbreitung der Gattung *Pisidium* in den Hochalpen zu geben, stelle ich die Notizen von Am Stein, Asper, Blanchard, Clessin, Fuhrmann, Heuscher, Imhof, Richard und Suter-Naef mit eigenen Erfahrungen aus dem Gebiet des Rhätikon und des St. Bernhard zusammen. Herrn Suter-Naef verdanke ich auch briefliche Mitteilungen.

Nicht näher bestimmte Pisidien steigen in den französischen Alpen bei Briançon in Bächen, Tümpeln und Seen bis zu 2400 und 2500 m. Ebenso blieben unbestimmt Vertreter der Gattung *Pisidium* aus dem Lago di Cadagno, 1921 m, dem Viltersersee in der Gruppe der Grauen Hörner, 1902 m, und den beiden obersten Murgseen, 1825 m.

Recht beträchtlich ist die Zahl der bestimmten *Pisidium*-Arten, welche Hochalpenseen bewohnen. Imhof kennt aus der Schweiz 33 Species der Gattung *Pisidium*, von ihnen wagen sich, wie die folgende Tabelle lehrt, nicht weniger als acht hoch in die Alpen.

Verteilung von Pisidium-Arten in Hochalpenseen.

Name	Zahl d. Fundorte	Höchster Fundort
1. *Pisidium fragillimum* Cless. .	1	Silvaplanersee, 1794 m.
2. *P. urinator* Cless.	1	Silsersee, 1796 m.
3. *P. pusillum* Gmel.	1	Gräben im Oberengadin, 1800.
4. *P. pusillum* var. *quadrilaterum* Baudon	1	Bei Fassa, 1800 m.
5. *P. nitidum* Jen.	3	See von Garschina, 2189 m.
6. *P. loveni* Cless.	1	Berglisee am Hausstock, 2300 m.
7. *P. fossarinum* Cless.	30	Unterer Lac de Drônaz, 2570 m.
8. *P. foreli* Cless.	4	Lej Sgrischus, 2640 m.

Die Pisidien treten in Alpenseen oft massenhaft auf. So spricht Heuscher von gewaltigen Mengen dieser Muscheln aus dem Klönthaler- und Semtisersee und ich fand

Digitized by Google

P. nitidum und *P. foreli* in grosser Zahl im sublitoralen Gebiet des Lünersees zur Zeit des tiefen Wasserstandes vom 1. Juni 1895.

Der vorangehenden Tabelle sind noch einige Bemerkungen anzureihen. Die weiteste horizontale und vertikale Verbreitung im Hochgebirge geniesst *P. fossarinum*, d. h. die in ganz Europa, auf den Azoren und an anderen Orten gemeine Bewohnerin von Seen, Torfmooren und Wiesengräben. Im Rhätikon bevölkert die Muschel ebensogut alle Seen, als die warmen und seichten Tümpel. Am seltensten ist sie im Lünersee, wo sie indessen Tiefen von 30 m erreicht, am häufigsten im Tilisunasee und seinem Ausfluss. Sie steigt sogar in den Gafiensee hinauf, der von *Limnaea truncatula* gemieden wird.

Noch höher, bis gegen 2600 m, erhebt sich die Muschel im kalkarmen Gebiet des St. Bernhard. Sie bewohnt dort vier der untersuchten 16 Seen in allerdings ziemlich seltenen und sehr schwachschaligen Exemplaren. Suter besass *P. fossarinum* auch aus dem Lac de Champex, 1466 m, wo Studer umsonst nach Mollusken suchte. Die zahlreichen anderen in den Hochalpen weit zerstreuten Fundorte des Lamellibranchiers nenne ich nicht näher. Weniger verbreitet in hochgelegenen Wasserbecken ist *Pisidium nitidum* Jenyns, eine Muschel der bayrischen Voralpenseen, die aber auch im Tirol und in der Schweiz nicht fehlt. Sie findet sich im Züricher-, Vierwaldstätter- und Rothsee bei Luzern. Auf ihr nordisches Vorkommen wurde schon hingewiesen.

Alpin kenne ich das Tier nur aus dem Rhätikon, wo es in Garschina die Höhe von beinahe 2200 m ersteigt. Es bewohnt auch den Lünersee und den See von Tilisuna, um an beiden Orten beträchtliche Tiefen zu erreichen und sich dabei deutlich der Form *P. foreli* Cless. zu nähern. An sämtlichen Fundorten zeigt *P. nitidum* die Neigung, in seine var. *lacustris* Cless. überzugehen.

Von hohem, geographischem Interesse ist das Auftreten von *Pisidium loveni* Cless. in einem kleinen See am Hausstock, 2300 m. Die Form stimmt, nach Clessin, vollkommen mit der im arktischen Norwegen lebenden Muschel überein. *P. pusillum* Gmel. scheint weit verbreitet zu sein, während seine Varietät *quadrilaterum* Baudon mehr den Gebirgsstandorten eigen ist.

Endlich gehören der hochalpinen Pisidienfauna noch einige Tiefseeformen der Ebene an. Sie sollen weiter unten biologisch besprochen werden und einstweilen nur kurze, geographische Erwähnung finden. *Pisidium urinator* Cless. aus der Tiefe des Zürichsees kehrt in den tieferen Schichten des Silsersees wieder, während *P. foreli* Cless., die Tiefenform von Genfer- und Bodensee, von Imhof im Lej Sgrischus, 2640 m, litoral gefunden wurde.

Dieselbe Form kenne ich auch aus den Wasserbecken des Rhätikon. Sie steigt in die grossen Tiefen des Lünersees, 100 m, bleibt aber in dem eben genannten Gewässer, und auch in Partnun und Garschina, ebensogut litoral und sublitoral. Die Muschel, welche im Genfersee Tiefen bis über 300 m charakterisiert, bewohnt in hoch gelegenen Gebirgsseen das Ufer.

Digitized by Google

Nur aus den Alpen bekannt ist *Pisidium fragillimum* Cless., aus der Tiefe des Silvaplanersees.

So finden sich in der Pisidienfauna der Hochalpen verschiedene Elemente zusammen: Kosmopoliten, nordische Formen, Tiefenbewohner aus den Seen der Ebene und alpine Vertreter. Die Muscheln steigen mindestens ebenso hoch im Gebirge empor, wie die Wasserschnecken; sie besetzen sogar Seen, welche von Schnecken nicht bewohnt werden. Dies gilt z. B. für den Gafiensee und einige Wasserbecken im Gebiet des St. Bernhard.

Dass die hochalpinen, biologischen Bedingungen auf die Pisidien nicht ohne Einfluss bleiben, geht schon aus der Thatsache hervor, dass Varietätenbildung nicht zu den Seltenheiten gehört. *Pisidium nitidum* neigt im Hochgebirgssee zur Var. *lacustris; P. pusillum* erzeugt var. *quadrilaterum, P. fossarinum* tritt da und dort als Var. *obtusum* auf und *P. fragillimum* endlich ist eine rein alpine Form. Auch sonst erscheinen die Pisidien hochgelegener Wasserbecken kaum irgendwo in typischer Gestalt, was ihre sichere Bestimmung ungemein erschwert. Wenn auch der Wellenschlag fehlt, der in grösseren, tiefergelegenen Seen Varietäten von Mollusken erzeugt, so übernehmen dafür im kleinen, hochgelegenen Gebirgssee andere Faktoren die Umprägung der Formen. Dies gilt wie für die Schnecken, so auch für die Muscheln. Besonderes Interesse verdient das eine Faktum, dass viel Pisidien der Litoralzone von Hochgebirgsgewässern ihren Gattungsgenossen aus den grossen Tiefen der subalpinen, umfangreichen Wasserbecken entweder sehr ähnlich sehen, oder mit ihnen geradezu identisch sind. Die Wichtigkeit dieses Befundes wird erhöht durch das parallele Auftreten ähnlicher Fälle von Verteilung in anderen Tiergruppen.

Ueber die Tiefseepisidien der grossen subalpinen Seen hat sich in einer Reihe von Publikationen besonders Clessin ausgesprochen. Ein reiches Vergleichsmaterial berechtigte ihn zum Schluss, dass jeder See seine eigene Tiefenform differenziert, dass aber die tiefwohnenden Pisidien aller Seen doch einen gemeinschaftlichen Stempel tragen. So gelingt es, diese Muscheln zu einer morphologisch und biologisch sehr wohl umschriebenen Gruppe von Tiefseetieren zusammenzufassen.

Alle Tiefseepisidien zeichnen sich durch folgende gemeinsame Merkmale aus:

1. Ihre Wirbel sind stark abgerundet und sehr breit im Verhältnis zum geringen Umfang der Muschel. Alles scheint darauf eingerichtet zu sein, die wohl wenig zahlreiche Brut längere Zeit durch die mütterliche Schale zu schützen.

2. Die Schalen bleiben äusserst dünn und zerbrechlich.

3. Die Epidermis erreicht eine nur unbedeutende Dicke und stösst sich leicht ab.

4. Jahresringe können an den Schalen nicht, oder nur sehr undeutlich unterschieden werden; denn die immer gleichbleibende, tiefe Temperatur des umgebenden Mediums ruft einem allerdings langsamen, aber doch kontinuierlichen Wachstum.

5. Der Schlossmechanismus bleibt ungemein einfach. Die Zähne sind schwach, wenig zahlreich. *P. urinator* aus der Tiefe des Züricher- und des Silsersees fehlen sogar

Digitized by Google

die äusseren Lateralzähne, welche sonst keinem *Pisidium* abgehen. Diese Vereinfachung des Schlosses schreibt Clessin der absoluten Ruhe und Unbeweglichkeit der Tiefseeheimat zu.

6. Endlich gehören alle Tiefseepisidien zu den kleinsten Arten der Gattung; sie stellen sich als wahre Zwergformen dar, ähnlich wie gewisse Mollusken, die hoch im Gebirge emporsteigen. Starker Druck und besonders ungenügende Ernährung bedingen, nach Clessin, die Kleinheit der Muscheln bedeutender Seetiefen. Ueber die Grössenverhältnisse der Tiefseepisidien schweizerischer Wasserbecken mag die folgende Tabelle aufklären; sie soll einen Vergleich mit den Pisidien der Hochgebirgsseen gestatten.

Dimensionen von Pisidien aus der Tiefe schweizerischer Seen.

Name	Fundort	Tiefe m	Dimensionen in mm Länge	Breite	Durchm.
1. *Pisidium tritonis* Cless.	Greifensee	30	3,3	2,3	1,5
2. *P. imbutum* Cless.	Pfäffikersee	30	2,8	2,2	1,3
3. *P. fragillimum* Cless.	Silvaplanersee	30—40	2,5	2,0	1,8
4. *P. charpentieri* Cless.	Bielersee	40	2,3	1,6	1,3
5. *P. urinator* Cless.	Silsersee	40	2,8	2,0	1,4
	Zürichsee	28—50			
6. *P. amnicum* Müll.	Untersee	20	3,1	2,3	1,7
	Zürichsee	28—50			
7. *P. milium* Held.	Klönsee	27	2,5	2,0	1,9
	Comersee	50			
8. *P. imhofi* Cless.	Gardasee	60	2,4	1,8	1,5
9. *P. occupatum* Cless.	Neuenburgersee	65	3,0	2,3	1,7
10. *P. profundum* Cless.	Untersee	20	2,0	1,4	0,8
	Genfersee	60—80			
11. *P. moussonianum* Cless.	Langensee	100	3,5	2,8	2,2
12. *P. prolungatum* Cless.	Walensee	70—150	2,8	1,8	1,6
13. *P. clessini* Surbeck	Vierwaldstättersee	20—200	2,6	2,1	1,5
14. *P. quadrangulum* Cless.	Langensee	75	2,5	2,0	1,2
	Vierwaldstättersee	50—200			
15. *P. studeri* Cless.	Zugersee	200	3,0	2,3	1,3
16. *P. foreli* Cless.	Sgrischus	25	2,1	1,7	1,5
	Untersee	20			
	Genfersee	60—300			
17. *P. luganense* Cless.	Luganersee	200	4,4	3,8	2,2

Sehr kleine Pisidien fand auch Moniez im Vogesensee von Gérardmer bei 30 m Tiefe.

Digitized by Google

Die Tabelle zeigt deutlich die Kleinheit der Tiefseepisidien. Von 17 Formen erreichen 11 nicht die Länge von 3 mm; sieben gehen höchstens bis zu 2,5 mm; eine wird nur 2 mm lang. Einzig *P. luganense* eilt den übrigen Tiefseearten an Umfang beträchtlich voraus. Mit der zunehmenden Tiefe nimmt die Grösse der Pisidien nicht gleichmässig ab. In dieser Beziehung stellen sich weitgehende lokale Schwankungen ein. Immerhin erreicht eine der kleinsten Arten, *P. foreli*, die grössten Tiefen und steigt gleichzeitig, wie gezeigt wurde, am höchsten in den Alpen empor.

Die Tiefseepisidien machen somit den Eindruck von kleinen und schwachen, unscheinbaren Kümmerformen. Sie sollen litoralen Vorfahren entstammen und sind, nach Clessin, unter den ungünstigen Bedingungen der Tiefsee umgeformt worden. Die umgestaltenden Einflüsse müssen gesucht werden in der gleichmässigen, tiefen Temperatur, im hohen Wasserdruck, in der Ruhe des umgebenden Mediums, in der Abwesenheit von Licht und ganz besonders im Nahrungsmangel.

Wie wir uns zu diesen Annahmen Clessins stellen, soll weiter unten Erörterung finden.

Mit den Tiefseepisidien zeigen nun die Pisidien der Hochalpenseen eine ganz überraschende Aehnlichkeit. Zunächst muss betont werden, dass auch in hochgelegenen Gebirgsseen von bedeutender Tiefe Pisidien von reinem Tiefseetypus so gut wie in den subalpinen Wasserbecken auftreten. Hieher gehören etwa die schon genannten Formen:

Pisidium urinator Cless., Silsersee, 40 m tief.
P. fragillimum Cless., Silvaplanersee, 30—40 m tief.
P. foreli Cless., Lünersee, 80—90 m tief.

Alle drei besitzen in hohem Grade Tiefseecharaktere. Sie gehören, wie die vorhergehende Zusammenstellung zeigt, zu den allerkleinsten Formen; ihr Schlossmechanismus bleibt sehr einfach und schwach, ihre Schale äusserst zerbrechlich. *P. fragillimum* besitzt so dünne Schalen, dass jede Berührung auf denselben einen Eindruck hinterlässt.

Aber auch die Uferpisidien der Hochgebirgsseen tragen Tiefseecharaktere in mehr oder weniger ausgeprägtem Masse.

Das zeigt sich schon für das in Ebene und Gebirge weit verbreitete *P. fossarinum* in einem gewissen Grade. Seine hochalpinen Exemplare besitzen breite, abgerundete Wirbel; die Schlosszähne sind abgeschliffen und undeutlich; besonders aber bleiben die Schalen viel dünner und zerbrechlicher als bei den Artgenossen der Ebene. Das letztgenannte Tiefseemerkmal tritt ganz besonders bei Individuen von *P. fossarinum* vom Litoral sehr hochgelegener Wasserbecken der Urgebirgsformation hervor. Es zeigte sich in überraschendem Masse für die Seen der St. Bernhardgruppe und für den Gafiensee.

Als Minimal- und Maximaldimensionen von *P. fossarinum* nennt Clessin folgende Zahlen:

Länge: 3—5,5 mm.
Breite: 2,5—4,2 mm.
Durchmesser: 1,7—3,5 mm.

Digitized by Google

Um einen Vergleich anstellen zu können, habe ich an mehreren hundert Exemplaren von *P. fossarinum* aus dem Rhätikon und dem St. Bernhardgebiet genaue Messungen vorgenommen, deren Resultate in der folgenden Tabelle zusammengefasst sind.

Pisidium fossarinum.

Fundort	Dimensionen					
	Minimum		Maximum		Mittel	
	Länge mm	Breite mm	Länge mm	Breite mm	Länge mm	Breite mm
Partnunersee, 1874 m	2,3	2,0	5,0	4,3	**3,34**	**2,77**
Lünersee, 1943 m	2,7	2,2	4,3	3,6	**3,30**	**2,80**
Tilisunasee, 2102 m	2,0	1,7	5,0	4,5	**3,26**	**2,70**
Garschinasee, 2189 m	2,3	2,0	3,8	3,0	**3,10**	**2,44**
Garschina-Tümpel, 2190 m	2,3	2,1	3,9	3,1	**3,30**	**2,60**
Tümpel am Grubenpass, 2200 m	3,0	2,5	4,1	3,2	**3,60**	**2,90**
Gafiensee, 2313 m	3,1	2,6	4,0	3,0	**3,50**	**2,80**
Seen im St. Bernhardgebiet, 2420-2570	2,0	1,6	3,5	2,8	2,72	2,22

Die Tabelle zeigt, dass die Grösse von *P. fossarinum* mit steigender Höhe des bewohnten Gewässers im allgemeinen abnimmt. Daneben tritt aber auch hier, wie bei der Betrachtung von *Limnaea truncatula*, die Thatsache hervor, dass nahrungsreiche, sich leicht durchwärmende Tümpel, trotz höherer Lage, grössere Mollusken beherbergen, als tiefergelegene Seen. In den höchstliegenden Fundorten von *P. fossarinum*, den kalten und kalkarmen Wasserbecken des St. Bernhard aber, bleiben die Muscheln weitaus am kleinsten. Sie nähern sich dort am meisten dem Tiefseetypus.

Muscheln von der Maximallänge derjenigen tiefergelegener Gewässer fand ich unter hunderten von Exemplaren keine einzige; dagegen erreichten sehr zahlreiche Individuen nicht einmal das minimale Längenmass von 3 mm. Einzig im Tümpel am Grubenpass und im Gafiensee sank *P. fossarinum* nicht unter diese Minimaldimensionen; alle anderen Fundorte beherbergten oft recht beträchtlich kleinere, aber ausgewachsene Pisidien.

Aehnliches gilt für die Breitenmasse, wenn auch bemerkt werden muss, dass ihr Maximum von den Pisidien des Tilisuna- und Partnunersees erreicht wurde.

Die Mittelmasse für *Pisidium fossarinum* der Ebene betragen für die

Länge: 4,25 mm,
Breite: 3,35 mm.

Hinter ihnen bleiben die Mittelwerte von *P. fossarinum* sämtlicher Hochgebirgsfundorte um sehr bedeutende Beträge zurück. Sie stellen die Muschel in unmittelbare Nähe reiner Tiefseeformen der Ebene wie *P. studeri* — Zugersee, 200 m tief —, *P. occupatum* —

Digitized by Google

Neuenburgersee, 65 m tief — und *P. moussonianum* — Langensee, 100 m tief. (Vergl. die vorangehende Tabelle.)

So ist der Schluss berechtigt, dass das litorale *P. fossarinum* der Hochgebirgsseen durch Dünnschaligkeit, schwach entwickeltes Schloss, breite Wirbel und minime Dimensionen deutlich Tiefseecharakteren zuneigt.

Noch viel überraschender gilt dasselbe Verhältnis für *Pisidium nitidum* Jenyns. Seine alpinen Exemplare sind äusserst dünnschalig und zerbrechlich. Ihre Wirbel flachen sich breit ab; die Schlosszähne entwickeln sich schwach; die Dimensionen der Muscheln bleiben äusserst bescheidene. Die Schalen sind durchsichtig. Am Ufer der Rhätikonseen nähert sich *P. nitidum* in Gestalt und Bau schon recht deutlich dem Tiefenbewohner *P. foreli*, das Clessin als profunde Anpassungsform von *P. nitidum* betrachtet.

In der folgenden Tabelle sind die Messungsresultate zahlreicher Exemplare von *P. nitidum* aus dem Rhätikon vereinigt worden.

Fundort	Dimensionen					
	Minimum		Maximum		Mittel	
	Länge mm	Breite mm	Länge mm	Breite mm	Länge mm	Breite mm
Lünersee, 1943 m	2,5	2,0	3,0	2,6	**2,85**	**2,38**
Lünersee, 1943 m . . . . (Exemplare mit starken Anklängen an *P. foreli.*)	1,8	1,5	3,0	2,3	**2,51**	**1,94**
Tilisunasee, 2102 m	2,5	2,1	2,9	2,6	**2,70**	**2,25**

Um die starke Reduktion der Dimensionen von *P. nitidum* im Hochgebirge zu zeigen, genügt es, an die Mittelmasse derselben Species in der Ebene zu erinnern. Clessin giebt die folgenden diesbezüglichen Zahlen:

Länge: **3,7 mm.**
Breite: **3,2 mm.**

Das litorale *Pisidium nitidum* der Rhätikonseen stellt sich in seinen Dimensionen unmittelbar neben die Tiefenformen *P. imbutum*, *P. fragillimum*, *P. urinator*, *P. milium*, *P. prolongatum*, *P. clessini* und *P. quadrangulum*. (Siehe vorangehende Tabellen).

Das Auftreten von Tiefseepisidien in der Uferzone hochalpiner Seen wird endlich durch einen letzten Fund in besonders helles Licht gesetzt. Wie bereits kurz erwähnt wurde, lebt die äusserst typische Tiefseemuschel *P. foreli* im litoralen Gebiet des Lej Sgrischus, des Lünersees, sowie der Seen von Garschina und Partnun. Im Lünersee und in Partnun erreicht das Tier auch bedeutende Tiefen, im flachen Weiher von Garschina existieren dieselben dagegen nicht. So gehört *P. foreli* zu den Geschöpfen von extremster vertikaler Verbreitung im Süsswasser. Es bevölkert den tiefsten Grund des Genfersees und gleichzeitig das Ufer der höchstgelegenen Wasserbecken des Gebirges. Dabei lassen

Digitized by Google

sich zwischen den Exemplaren der beiden soweit auseinanderliegenden Fundorte keine nennenswerten Unterschiede erkennen.

Die Muscheln stimmen in Gestalt, Schwäche des Schlosses, Dünnschaligkeit und Durchsichtigkeit durchaus überein. Höchstens prägt sich im Hochgebirge die Schalenstreifung und die Bildung der Jahresabsätze etwas deutlicher aus, als in der Tiefsee. Auch bleiben die alpinen Individuen um einen kaum nennenswerten Betrag grösser, als ihre Artgenossen der Ebene. Darüber mögen die folgenden Zahlen aufklären, welche aus zahlreichen Messungen abgeleitet sind.

Pisidium foreli.

Fundort	Dimensionen					
	Maximum		Minimum		Mittel	
	Länge mm	Breite mm	Länge mm	Breite mm	Länge mm	Breite mm
Lünersee, 1943 m. Serie I	1,8	1,5	2,8	2,1	2,25	1,85
Lünersee, 1943 m. Serie II	1,8	1,5	2,6	2,0	2,21	1,82
Partnun und Garschina, 1874 u. 2189 m	2,1	1,7	2,7	2,0	2,27	1,84

Alle Messungen beziehen sich auf litorale Individuen. Für *P. foreli* der tieferen Seeschichten der Ebene gelten, nach Clessin, folgende Mittelzahlen:

Länge: **2,1 mm.**
Breite: **1,7 mm.**

Nach den vorangehenden Auseinandersetzungen sind wir berechtigt, den wichtigen, biologischen Satz auszusprechen, dass die litoralen Pisidien von Hochgebirgsseen morphologisch Tiefseecharakter zur Schau tragen. Das prägt sich aus in der Kleinheit, der Zerbrechlichkeit nnd Durchsichtigkeit der Muschelschalen, in der Abflachung ihrer Wirbel, in der geringen Entwicklung der Epidermis und in der schwachen Ausbildung der Schlosszähne. Dagegen sind die litoralen Hochgebirgspisidien deutlicher gestreift, als ihre Artgenossen der Tiefsee.

Neben den Pisidien leben auch andere Tiefenbewohner der Ebene, Würmer, Hydrachniden, in der Uferzone hochalpiner Seen. Für diese allgemeine Erscheinung soll am Schlusse vorliegender Arbeit auch eine allgemein gültige Erklärung gesucht werden.

Pisidium nitidum des Lünersees verbindet sich schon am Ufer durch zahllose Uebergänge mit der Tiefenform *P. foreli.* Oft kann nicht entschieden werden, ob ein *Pisidium* noch der Spec. *nitidum*, oder schon der Spec. *foreli* zugerechnet werden muss. In die Tiefe steigend nimmt *P. nitidum* im Lünersee mehr und mehr den Charakter von *P. foreli* an und die tiefsten Wasserschichten beherbergen nur noch die letztgenannte Art.

Digitized by Google

33. Gastropoda.

In den Alpen steigen folgende Gattungen von Schnecken bis zu relativ bedeutender Höhe: *Paludina*, *Bythinia*, *Valvata*, *Bythinella*, *Planorbis* und *Limnaea*. Von ihnen darf indessen nur das letztgenannte Genus als eigentlicher Gebirgsbewohner betrachtet werden: *Limnaea* sendet ziemlich zahlreiche Arten in das Gebirge hinauf und überschreitet einzig die Grenze von 1800 m, unter welcher die anderen ebengenannten Gattungen zurückbleiben.

Als Fund von hohem faunistischem Interesse verdient Erwähnung *Paludina achatina* Drap., welche Imhof im oberengadinischen Hochsee von Campfèr, 1794 m, in grosser Menge antraf. Das Tier ist sonst nur von einem schweizerischen Fundort, aus dem Lago maggiore, am Südfuss der Alpen, bekannt. Im See von Campfèr lebt *P. achatina* in durchaus typischer Gestalt.

Bythinia tentaculata L. sendet ihre obersten Vorposten bis in die Davoserseen, d. h. bis zu etwa 1600 m. Von dort verzeichnet sie Am Stein nach den Angaben von Salis-Marschlins, während er die Schnecke im Laaxersee, 1040 m, und im Ausfluss des Taraspersees, 1400 m, selbst sammelte.

Valvata cristata Müll. bevölkert nach Am Stein den Stelsersee, 1660 m, im Rhätikon, ein Wasserbecken, das auch sonst floristisch und faunistisch eine eigentümliche Stellung einnimmt. Dieselbe Art kehrt auch im Taraspersee wieder.

V. alpestris Blauner scheint sich da und dort ebenfalls in höher gelegene Seen der Alpen Tirols und der Schweiz zu erheben.

Bythinella reynesi Dupuy wandert in den Bächen der französischen Alpen, gemäss den Beobachtungen von Blanchard und Richard, bis zu etwa 1700 m Höhe.

Etwas ausgiebigere Vertretung als die bis jetzt genannten Kiemenschnecken erreicht die Gattung *Planorbis*.

Planorbis rotundatus Poir., eine Art, die nach Mörch auch Island angehört, ist häufig am grossen Davosersee und erhebt sich, in der Variation *gracilis* Grdlr., bis zum St. Moritzersee, 1771 m.

Pl. spirorbis L. wird als nicht selten im langsam fliessenden Wasser von Gräben bei Maloja, Sils-Maria und Silvaplana gemeldet.

Pl. contortus L. gehört dem Unter- und Oberengadin an und lebt am Glacier des Bois.

Pl. marginatus Drap. findet sich, nach Clessin, noch bei 1700 m in kleineren Seen. Für *Pl. carinatus* Müll. wird als höchster Fundort in den Alpen der Laaxersee, 1040 m, angegeben, während dasselbe Tier im armenischen Goktschai die Höhe von über 1900 m erreicht und dort gleichzeitig bis in eine Tiefe von 70 m sich verbreitet.

In den Hochalpen scheint die Gattung *Ancylus* ganz zu fehlen, während ihre Arten im Goktschai des Kaukasus von Brandt häufig gefunden wurden.

Digitized by Google

Ancylus fluviatilis Müll. bewohnt auch Seen der Pyrenäen bis zu 1788 m Höhe.

An allgemeiner, hochalpiner Verbreitung bleiben alle genannten Gattungen von Süsswasserschnecken weit hinter *Limnaea* zurück. Das Genus, welches in den grossen Seen der subalpinen Region in die grössten Tiefen hinabsteigt, wagt sich auch am höchsten im Gebirge empor und erlangt dort eine vertikal und horizontal bedeutende Ausdehnung. Limnäen leben im Genfersee nach Forel und Duplessis bis zu 260 m Tiefe; sie steigen in den Alpen über die Grenze des ewigen Schnees empor. Darin drückt sich ein faunistisch-biologisches Verhältnis von grosser Wichtigkeit aus, das auch für andere Tiergruppen volle Gültigkeit besitzt.

Die Zahl der Arten von *Limnaea*, welche den Hochalpen angehören, ist beträchtlich.

Vor allen geniesst *L. auricularia* L. eine weite Verbreitung in zahlreichen Variationen, deren nähere Nennung hier unterbleiben kann. Sie bevölkert reichlich die Seen des Oberengadins, die Wasserbecken von Davos, sowie den Lago Ritom und den Lago di Cadagno, wo sie bei 1829 und 1921 m den höchsten Punkt ihres Vorkommens erreicht. Im See auf der Lenzerhaide ist sie ebenfalls zu Hause. Ihr kommt an vertikaler Verbreitung nahe *Limnaea mucronata* Held, nach Clessin vorzüglich eine Bewohnerin der Alpenbäche, die sich verbindend zwischen *L. peregra* und *L. ovata* einschiebt. Als Fundort verzeichnet Fuhrmann den Lago di Cadagno; ich kenne dasselbe Tier aus dem Oberen See bei Arosa, 1740 m.

In tieferen Lagen bleiben zurück *Limnaea stagnalis* L., und *L. paludicola* Hrtm. Die letztgenannte Art macht, nach Am Stein, Halt im See auf der Lenzerhaide, während *L. stagnalis* die Quote von 1500 m im Schwarzsee bei Tarasp gerade noch erreicht. *L. ovata* Drap. belebt den Lenzerhaidsee und die Bergseen von Glarus bis zu 2000 m Höhe. Endlich soll, entsprechend Charpentiers Angaben, auch *L. palustris* an der Bevölkerung von Alpenseen sich beteiligen.

Von den der alpinen Fauna soeben zugezählten *Limnaea*-Arten kehren einige als Bewohner anderer Hochgebirge wieder. *L. ovata* Drap. findet sich im Alpensee Tschaldyr-göl des Kaukasus, 1950 m, und in hochgelegenen Wasserbecken der Pyrenäen, Lac d' Oncet, 2238 m, Lac d' Escoubouz, 2050 m, und Lac de Gaube 1788 m. Die Schnecke steigt also in jenen Gebirgszügen höher empor, als in den Alpen. Ebenso geht *L. stagnalis* L. im Kaukasus bis 1900 m, im Goktschai, den sie bis zu 70 m Tiefe bewohnt.

Zwei Arten der Gattung *Limnaea* aber können nach Vorkommen, Verbreitung und Lebensweise als eigentliche Hochgebirgstiere betrachtet werden. Sie charakterisieren besonders die Alpenfauna, Es sind das die kleinen Formen *L. peregra* Müll. und *L. truncatula* Müll.

Clessin spricht die Ansicht aus, dass *L. peregra* wohl am meisten Fundorte in Ebene und Gebirge, in stehenden und fliessenden Gewässern besitze; in den Alpen gehe sie bis zu beträchtlicher Höhe. Nach Charpentiers Zeugnis ist die Schnecke die gemeinste Limnäe der Schweiz; dies wird von Am Stein speziell für Graubünden bestätigt.

Digitized by Google

Th. Scott und R. Duthie fanden das Tier in Schottland und auf den Shetlandsinseln, Mörch in Island, wo es in heissen Quellen von 43° C. die Varietät *geisericola* Beck erzeugt. *L. peregra* scheint das Wasser gerne zu verlassen, was Clessin allerdings bestreitet. Hartmann sammelte sie im Winter unter der Eisdecke und bemerkt, dass sie völliges Einfrieren wochenlang gut ertrage und nach dem Auftauen sogleich Nahrung verzehre. Dem steht allerdings Clessins Beobachtung gegenüber, nach welcher sämtliche Wassermollusken dem Einfrieren in kurzer Zeit erliegen.

Immerhin darf *L. peregra* als sehr resistente Schneckenform betrachtet werden. Sie trotzt Kälte, Wärme, Trockenheit und eignet sich so besonders gut zum Leben unter den extremen Hochgebirgsbedingungen.

In den Alpen erfreut sie sich weitester Verbreitung. Garbini fand das Tier in den Bergen von Verona. Bei Briançon wurde *L. peregra* durch Blanchard und Richard in stehenden und fliessenden Gewässern bis gegen 2500 m beobachtet; am Matterhorn erhebt sie sich, nach Christ, bis in den Schwarzsee, 2500 m, um dort die Varietät *blauneri* Shuttl. zu bilden. Craven fand die Schnecke im Lötschenthal noch in der Höhe von 2800 m. Aus dem Gotthardgebiet ist sie als häufig im Lago Tom, 2013 m, verzeichnet. Von den zahlreichen Fundorten der Bündner Alpen, welche Asper, Imhof und besonders Am Stein aufzählen, seien genannt die Seen des Oberengadins, diejenigen von Davos und Arosa, der Lej da Vons im Rheinwald, 1950 m, das Rosegthal, 1800 m, und der Berninapass bei 1878 m. Da und dort kommt es zur Varietätenbildung. So findet sich in Davos, auf der Lenzerhaide und im Oberengadin die var. *elongata* Cless. Den grossen Davosersee bewohnt die var. *curta* Cless.; eine bei St. Moritz gefundene Varietät benannte Kobelt als var. *heydeni*.

Fast noch alpiner als *L. peregra* ist *L. truncatula* Müll. Auch ihr Verbreitungsbezirk scheint ungemein weit zu sein; Mörch fand sie in Island, Scott in Schottland, Barrois in Syrien. Clessin umschreibt die von ihr bewohnte Sphäre mit folgenden Worten: „*L. truncatula* ist sehr weit verbreitet und zwar geht sie ebensoweit nach Norden, als sie im Gebirge aufsteigt, wo sie ihren Schwesterarten weit vorauseilt. Ich habe sie noch im Schachensee bei Partenkirchen bei ca. 1800 m Höhe angetroffen." Nach Martens besiedelte *L. truncatula* während der Interglacialzeit die von Eis frei werdenden Distrikte sofort wieder neu. Die Schnecke zeigt auch heute noch eine Vorliebe für kaltes Wasser. Doch lebt sie ebenfalls in heissen Quellen, so in den Sources de Bigorre in den Pyrenäen bei 40° C. So hätte das Tier allmählich eurythermen Charakter gewonnen.

Ueber die horizontale und vertikale Verbreitung von *L. truncatula* in den Alpen mögen folgende Fundortsangaben ein Bild geben. Bei Briançon erreicht die Schnecke im Lac de l'ascension die Höhe von 2300 m. Im Gebiet des Grossen St. Bernhard gehört sie zu den Seltenheiten. Trotzdem ich in jener Region 16 Seen genau auf ihre Tierwelt durchforschte, fand sich *L. truncatula* doch nur im nördlichen Lac de

Digitized by Google

Fenêtre, 2420 m, und auch dort nur in einem einzigen, schwachen Exemplar. Die Kalkarmut der Gewässer des St. Bernhard verhindert wohl die weitere Ausbreitung des Mollusks.

Im Lötschenthal steigt *L. truncatula* bis zu 2300 m, im Gotthardgebiet bevölkert sie den Lago Ritom. Heuscher fand sie im Wangsersee, 2200 m, der Grauen Hörner. Die genaue Durchforschung der Molluskenfauna Graubündens ergab, dass *L. truncatula* in jenem Abschnitt der Alpen eine ungemein häufige Erscheinung ist. Im Oberengadin speziell kommt sie zahlreich in Gesellschaft von *L. peregra* vor; sie bildet dort die Varietät *minor* Jeffr. und wagt sich am Piz Corvatsch, im kleinen Seebecken von Mortels, zur Maximalhöhe von 2610 m.

Ueber das Vorkommen und die Verbreitung von *L. truncatula* in der Grenzkette zwischen Vorarlberg und Graubünden, dem Rhätikon, habe ich im Laufe der Jahre ein reiches Beobachtungsmaterial gesammelt. Dasselbe wird Anlass zu biologischen Bemerkungen bieten; einstweilen seien nur die rein faunistischen Befunde angeführt. Im Rhätikon bewohnt *L. truncatula* die tiefen Seen ebensogut, als warme Teiche und Tümpel und kalte Bäche. Besonders gern stellt sie sich in Brunnen und Quellen ein, was Clessin bereits in der Speciesbeschreibung als charakteristisch anführt. Von den Dorfbrunnen von Luzein und Pany, 1000 m, ausgehend, steigt die Schnecke bis auf die Passhöhe von Plasseggen, 2345 m. Sie bevölkert speziell in grosser Zahl die verschiedenen Gewässer der Umgebung von Partnun, den See vom Ufer bis zu etwa 10 m Tiefe, seine Zuflüsse und seinen Abfluss, die Brunnen und die Bäche von konstanter, sehr tiefer Temperatur (z. B. Mieschbrunnen mit 5° C.).

Viel weniger günstig gestalten sich die Existenzbedingungen für *Limnaea truncatula* im Lünersee; die Schnecke lebt dort nur vereinzelt litoral und sublitoral, am häufigsten vielleicht noch an der kleinen, vom Gletscher gescheuerten Felseninsel, die sich mitten im Seespiegel erhebt, 1943 m. Oberhalb des Sees, in einem warmen und seichten Tümpel des Rellsthalsattels, bei 2100 m, erscheint das Tier viel regelmässiger; an ähnlichen Lokalitäten am Grubenpass, 2200 m, und bei Garschina, 2190 m, ist die Schnecke ebenfalls häufig. Auch der Hochgebirgsweiher Garschinasee, 2189 m, beherbergt *L. truncatula* in grösserer Zahl, während, aus bald klar zu legenden Ursachen, der Gastropode im Gebiet von Tilisuna, im See, 2100 m, und in den Bächen, 2100—2200 m, nur in wenigen, kleinen Exemplaren zu Hause ist.

Beachtung verdient noch die Thatsache, dass *L. truncatula* im Rhätikon die Tendenz zeigt, in die für das Hochgebirge sonst nicht bekannte Varietät *ventricosa* Moq. Tand., überzugehen. Dieselbe fehlt indessen, nach einer Revision von Notizen und Material, im Bereich des Lünersees. Ausser *L. truncatula* fand ich im Rhätikon keine Wasserschnecken. Die vertikalen Höhengrenzen für Süsswassergastropoden stellen sich, nach den vorausgehenden Betrachtungen, in den Alpen wie folgt:

Digitized by Google

	Species.	Höchster Fundort. m
1.	Limnaea ovata Drap.	2000
2.	L. paludicola Hrtm.	1487
3.	L. stagnalis L.	1500
4.	Bythinia tentaculata L.	1600
5.	Valvata cristata Müll.	1660
6.	Bythinella reynesi Dupuy . . .	1700
7.	Planorbis marginatus Drap. . .	1700
8.	Pl. rotundatus Poir.	1771
9.	Paludina achatina Drap. . . .	1794
10.	Planorbis spirorbis L.	1800
11.	Pl. contortus L.	1800
12.	Limnaea auricularia L.	1921
13.	L. mucronata Held.	1921
14.	L. truncatula Müll.	2610
15.	L. peregra Müll.	2800

Aus der Tabelle ergiebt sich, dass die Quote von 1800 m eine wichtige Grenze für vertikale Schneckenverteilung in den Gewässern der Alpen bedeutet. An ihr machen mehrere Genera und zahlreiche Arten Halt; sie wird einzig von *Limnaea* überschritten. Aber auch diese Gattung verarmt gegen 2000 m Höhe und sendet nur noch zwei kleine, resistente und desshalb horizontal weit verbreitete Species bis an die Grenze des ewigen Schnees.

Auf andere Gebirge scheinen die oben für die Alpen zusammengestellten Zahlen nicht ohne weiteres Anwendung zu finden. Dies zeigen die folgenden Daten:

	Species.	Alpen. m	Pyrenäen. m	Kaukasus. m
1.	Planorbis carinatus Müll. . . .	1040	—	1900
2.	Limnaea ovata Drap.	1487	2238	1956
3.	L. stagnalis L.	1500	—	1900
4.	Ancylus fluviatilis Müll.	—	1788	1900

Es bleiben somit manche Wasserschnecken in den Alpen auf relativ tiefer Erhebungsstufe zurück.

Die Verteilung der Wassergastropoden im Hochgebirge, wie sie in den vorhergehenden Zeilen geschildert worden ist, wird bedingt durch ihre biologischen Ansprüche und Bedürfnisse.

Auf die Frage, in welcher Weise Erscheinung und Leben von Wassermollusken durch hochalpine Bedingungen der Aussenwelt beeinflusst werden, liegen bis heute nur dürftige Antworten vor. Clessin spricht sich dahin aus, dass die höchstgelegenen

Digitized by Google

Seen keine eigenen Molluskenformen ausgeprägt haben. Den seichten, in geschützten Mulden liegenden, kleinen Wasserbecken fehle der Hauptfaktor zu ausgiebiger Differenzierung neuer Weichtiergestaltung, nennenswerte Bewegung des Wassers, Wellenschlag. So stehen die Hochgebirgsseen im Gegensatz zu den Seen der Ebene und der Voralpen, von denen jeder in Bezug auf Ausbildung neuer Arten und Varietäten von Mollusken seine eigenen Wege geht.

Suter fiel es auf, dass *Gulnaria auricularia* im Lago Ritom und im Oberengadin sich durch Dünnschaligkeit der Gehäuse auszeichnet. Es wird diese Erscheinung wohl auf den Kalkmangel in den betreffenden Seen zurückgeführt werden können und kaum auf Rechnung spezieller, alpiner Anpassung zu setzen sein. Dasselbe wird auch gelten für die dünnschalige Varietät von *L. peregra* im Schwarzsee am Matterhorn.

Brockmeier erwähnt, dass durch günstige Bedingungen bauchige, durch ungünstige Verhältnisse schlanke Gehäuse von *Limnaea* erzeugt werden.

Eine nähere biologische Beleuchtung an der Hand des reichen im Rhätikon gesammelten Materials verdient das Vorkommen und die Gestalt von *Limnaea truncatula.*

Brockmeier kam jüngst zum Schluss, dass *L. truncatula* als eine unter dem Drucke ungünstiger äusserer Bedingungen entstandene Kümmer- oder Hungerform von *L. palustris* Drap. zu betrachten sei. Die Schnecke lebt, nach dem genannten Autor, nur an Lokalitäten, welche unvorteilhafte, kümmerliche Existenzverhältnisse bieten, an Berghängen und Felsen, in Fahrrinnen und leicht austrocknenden Tümpeln, unter dem Eise und in Alpenseen, in Strassengräben, ja sogar in heissen Quellen und in Wasser, das reichlich H_2S enthält. Sie fürchtet weder Hitze noch Kälte, weder Austrocknung noch Nahrungsmangel. Unter günstigen, äusseren Bedingungen aber fehlt *L. truncatula* und wird durch *L. palustris* ersetzt.

Die Grösse von *L. truncatula* geht in weiten Grenzen hin und her. Kleinste Zwergexemplare finden sich an Felsen und in Strassengräben, grösste Individuen in lange feucht bleibenden Rinnen und Tümpeln. Die Grössenextreme aber verknüpfen sich durch eine fortlaufende Kette von Uebergängen. Eintretende Trockenperioden üben einen ungünstigen Einfluss auf das Wachstum der Schnecke aus. Endlich wird *L. truncatula* durch die sie bedrängende Not leicht zu Wanderungen getrieben.

Alle diese Angaben Brockmeiers kann ich durch eigene Erfahrung bestätigen. *L. palustris* Drap. bleibt in den tieferen Lagen der Alpen zurück und überlässt *L. truncatula* Müll. die unwirtlichen Hochregionen und Kämme bis an die Schneegrenze. Im Rhätikon bewohnt *L. truncatula*, wie schon oben gezeigt wurde, ausser Seen und nahrungsreichen, warmen Tümpeln kalte, hochgelegene Quellen, kleinste Rinnsale, schattige, feuchte Felsenhänge, leicht eintrocknende Pfützen, fast sterile Weiher, die nur kurze Zeit vom Eis befreit werden, kurz Lokalitäten, welche tierischem Leben nur kärgliche Auskunft gewähren. Allerdings lässt sich für das Vorkommen von *L. truncatula*

Digitized by Google

im Rhätikon eine obere Grenze ziehen, welche sogar dem weiteren Vordringen der sonst so anspruchslosen Schnecke eine nicht zu überschreitende Schranke setzt.

Limnaea truncatula fehlt im Schmelzwasserbecken des Todtalpsees an der Scesaplana, der oft jahrelang seine Eisdecke nicht verliert und dessen Ufer im Westen durch eine Schneewand gebildet wird. Die Höhenlage des Todtalpsees beträgt 2340 m, seine Temperatur bleibt in den Monaten Juli und August meistens unter 2° C. stehen; der Untergrund besteht aus einem Gewirr grober Felstrümmer; die wechselnden Schneeverhältnisse bedingen starke Niveauschwankungen des Wasserspiegels.

Auch in dem kleinen, durchaus öden und vegetationslosen See in der Geröllhalde des Viereckerpass bei Partnun, 2316 m, fehlt *L. truncatula* vollkommen. Dort gestalten sich die Lebensverhältnisse noch ungünstiger, als im Todtalpsee. Bis im August bleibt der Wasserspiegel unter Schnee und Eis begraben und oft von Lawinentrümmern vollständig angefüllt. Später — etwa im September — trocknet das Becken in nicht allzu feuchten Jahren gänzlich aus. Zudem liegt der See in kalkarmem Urgebirge.

Todtalpsee und Viereckersee bieten *L. truncatula* somit keine genügenden Lebensbedingungen mehr, während die Schnecke sonst bis zu 2600 m emporsteigt und auch im Rhätikon 2345 m erreicht.

Auch in Bezug auf die Grössenverhältnisse von *L. truncatula* muss ich Brockmeier vollkommen Recht geben. Die folgenden Zahlen werden zeigen, welche Extreme in Länge und Breite die Schnecke erreicht, und gleichzeitig beweisen, dass die Grenzwerte sich durch eine Reihe von Zwischenstufen verbinden. Im Rhätikon beherbergen warme, seichte Tümpel, welche indessen nie vollkommen austrocknen, die grössten Exemplare der Schnecke; die kleinsten Individuen finden sich in kalten, versiegenden Quellen und Bächen; die eigentlichen Seen erzeugen mittelgrosse Formen.

Endlich ist *L. truncatula* auch im Rhätikon wanderlustig; nur durch aktives Aufwärtssteigen konnte der Gastropode allmälig in kleinste und höchstgelegene Rinnsale gelangen.

Um zu beurteilen, in welchem Masse die extremen hochalpinen Bedingungen Gestalt und Erscheinung von *L. truncatula* beeinflussen, habe ich mehrere hundert Exemplare des Gastropoden, welche verschiedenen Lokalitäten des Rhätikon entstammen, in je vier Richtungen gemessen. Die Mittelwerte und Hauptresultate der Messungen sind in den folgenden Zeilen niedergelegt.

Clessin nennt für die Dimensionen von *L. truncatula* folgende Zahlen:

Länge des Gehäuses	8 mm.
Breite des Gehäuses	3,8 mm.
Länge der Mündung	3,7 mm.
Breite der Mündung	2,0 mm.

Gleichzeitig macht er aber darauf aufmerksam, dass bei keiner andern Species von *Limnaea* die Gehäusemasse in so weiten Grenzen sich bewegen. So schwankt die Schalenlänge zwischen 3,5 und 11 mm.

Digitized by Google

Mit diesen Zahlen mögen diejenigen der folgenden Tabellen verglichen werden. Die erste vertikale Zahlenreihe enthält die Angaben über Gehäuselänge; in der zweiten folgen die Maximalbreiten der Schalen, in der dritten und vierten haben die Längen- und Breitenmasse der Schalenmündung Platz gefunden.

I. Exemplare von Limnaea truncatula aus dem ganzen Rhätikongebiet.

a) Grösste Individuen.

	mm	mm	mm	mm
	8,4	4,4	3,9	2,8
	7,8	4,1	4,0	2,5
	7,1	4,0	3,0	2,5
	7,0	3,8	3,0	2,0
	6,9	4,0	3,0	2,5
	6,6	3,6	3,1	2,3
	6,4	3,3	3,0	2,0
	6,3	3,6	3,0	2,1
	6,2	4,0	3,0	2,0
	6,2	3,9	3,0	2,0
	6,2	3,1	3,0	2,0
	6,2	3,2	2,5	1,9
Mittelzahlen:	**6,77**	**3,75**	**3,12**	**2,21**

b) Kleinste Individuen.

	mm	mm	mm	mm
	4,9	2,4	2,1	1,4
	4,8	2,8	2,0	1,7
	4,5	2,7	2,0	1,6
	4,5	2,4	2,0	1,5
	4,1	2,2	2,0	1,3
	4,1	2,1	2,0	1,3
	4,0	2,2	2,0	1,3
	4,0	2,1	2,0	1,3
	4,0	2,1	2,0	1,2
	3,7	2,0	1,7	1,2
	3,5	2,1	1,8	1,2
	3,5	1,9	1,7	1,3
	3,3	1,9	1,6	1,1
	3,1	1,7	1,6	1,0
Mittelwerte:	**4,00**	**2,19**	**1,90**	**1,31**

Digitized by Google

Die Zusammenstellung zeigt, dass ein einziges von den zahlreichen Exemplaren der *L. truncatula*, welche im Rhätikon gesammelt wurden, die von Clessin für die Species als mittlere Länge angegebene Grösse erreichte. Alle andern blieben unter dem Mass zurück, mehrere wuchsen nicht einmal zu der von Clessin genannten Minimallänge aus. Die Mittelwerte, auch für die aus hunderten ausgesuchten grössten Individuen, sind sehr niedrige; die kleinsten Exemplare vollends können als eigentliche Zwergformen gelten.

Eine zweite, bemerkenswerte Thatsache geht aus der Tabelle hervor. Die Breite von Schale und Mündung der Rhätikonlimnäen ist verglichen mit Schalen- und Mündungslänge durchwegs bedeutender, als für Exemplare der typischen *Limnaea truncatula* Müll. *L. truncatula* des Rhätikon nähert sich in Dimensionen und Erscheinung ihres bauchigen Gehäuses der var. *ventricosa* Maq. Tand.

Für diese letztere giebt Clessin folgende Zahlen an:

Schalenlänge: 7,5 mm.
Schalenbreite: 4,5 mm.

Damit stimmt gut die Thatsache, dass auch die hochalpinen Variationen von *L. peregra* Müll. sich durch Kleinheit und durch bauchige, stark gewölbte Schalen auszeichnen. Die zahlreichen Formvariationen von *L. peregra* beziehen sich, nach Clessin, ausschliesslich auf die verschiedene Streckung des Gewindes und die verschiedene Wölbung der Umgänge. Je nach den äusseren Verhältnissen schwankt die Länge der Gehäuse zwischen 8 und 21 mm.

Es lassen sich für den Typus *L. peregra* und für seine Hochgebirgsvariationen folgende, bezeichnende Zahlen und Notizen zusammenstellen.

	Schalenlänge mm	Schalenbreite mm
Limnaea peregra Müll.	17	10
L. peregra, var. *curta* Cless.		
Grosser Davosersee, 1574 m	8—17	4—9
L. peregra, var. *blauneri* Shuttl.		
Schwarzsee am Matterhorn, 2500 m	12	10
L. peregra, var. *heydenii* Kobelt.		
St. Moritz, 1767 m.		

Gewinde kurz-kegelförmig, Schale fast ganz kugelig, Umgänge sehr gewölbt.

Alle angeführten hochalpinen Varietäten von *L. peregra* charakterisieren sich durch kurzes Gewinde, sehr gewölbte Umgänge und höchstens mittlere Grösse. Sie entfernen sich vom Typus in derselben Richtung, wie die Rhätikonexemplare von *L. truncatula* von der typischen Form. Alpine Bedingungen wirken also auf die zwei am höchsten ins Gebirge und am weitesten nach Norden sich wagenden Wasserschnecken genau in derselben Weise umgestaltend.

Digitized by Google

Wenn **Brockmeiers** Annahme richtig ist, dass *Limnaea* unter günstigen Ernährungsbedingungen bauchige Gehäuse bildet, müsste für *L. peregra* und *L. truncatula* in den Alpen der Tisch ziemlich reich gedeckt sein. Dies trifft indessen sicher höchstens für die kurzen Sommermonate, die Hauptwachstumsperiode, zu.

Limnaea truncatula, sehr wahrscheinlich eine Hungerform von *L. palustris*, steigt hoch in die Gebirge empor, um dort unter dem Drucke der ungünstigen biologischen. Bedingungen vollends zu verkümmern und kleine bauchige Gehäuse mit tief einschneidenden Nähten zu bilden. Ganz ähnlich verhält sich *L. peregra*. Lange Winterruhe, Nahrungsmangel, ungünstige Wohnorte, Eintrocknung, Mangel an gelöstem Sauerstoff und kohlensaurem Kalk werden die Hauptfaktoren der eintretenden Verkümmerung sein.

Die Wasserschnecken des Hochgebirgs spiegeln in ihrer Erscheinung die bescheidenen und kümmerlichen Verhältnisse ihrer Heimat wieder.

Ueber das Verhalten von *L. truncatula* an in Bezug auf Bedingungen verschieden gestellten Lokalitäten des Rhätikon mag Tabelle II aufklären. Die Bedeutung der Zahlenreihen bleibt dieselbe wie in Tabelle I.

II. Exemplare der Limnaea truncatula von einzelnen Fundorten im Rhätikon.

1. See von Garschina, 2189 m.

Seichter, schlammiger See, reich an Algen, sonnig gelegen. Temperatur Juli und August: 11—16° C.

Grösstes Exemplar:

7,9	3,8	4,0	2,3

Kleinstes Exemplar:

6,5	4,0	3,2	2,2

Mittelwerte:

7,13	**3,83**	**3,70**	**2,17**

2. Insel des Lünersees, 1943 m.

Tiefer See mit felsigem Untergrund, sonnig gelegen. Temperatur Juli bis August im Mittel 10—12°. Liegt wie Garschinasee im Kalkgebirge. Algenvegetation ziemlich reich. Starke Niveauschwankungen. Limnäen selten.

Grösstes Exemplar:

7,0	3,2	3,0	2,0

Kleinstes Exemplar:

5,1	3,1	2,8	2,0

Mittelwerte:

5,95	**3,50**	**2,90**	**2,02**

Digitized by Google

3. Tümpel am Rellsthalsattel und am Grubenpass, 2100 und 2200 m.

Seichte, warme, schlammige Tümpel im Kalkgebirge, reich an pflanzlichem und tierischem Leben. Maximaltemperaturen im August 16 und 21° C.

Grösstes Exemplar:			
7,8	4,1	4,0	2,2
Kleinstes Exemplar:			
4,2	3,0	2,0	1,5
Mittelwerte:			
5,92	**3,66**	**2,83**	**1,87**

4. Bäche des Thalkessels von Partnun, 1800—1900 m.

Raschfliessende Bäche mit steinigem Untergrund, stellenweise Moospolster. Temperaturen im Juli bis August 9—12° C.

Grösstes Exemplar:			
6,4	3,8	3,1	2,1
Kleinstes Exemplar:			
4,9	2,9	2,3	1,5
Mittelwerte:			
5,60	**3,23**	**2,77**	**1,76**

5. Partnunersee, litoral, 1874 m.

See von 20 m Tiefe, schattig, mitten im Kalkgebirge gelegen. Algenvegetation reich. Mittlere Temperatur im Juli und August ca. 10° C.

Grösstes Exemplar:			
6,0	3,5	2,8	1,9
Kleinstes Exemplar:			
4,0	2,2	2,0	1,4
Mittelwerte:			
5,03	**2,94**	**2,52**	**1,73**

6. Brunnen bei Partnun, 1772 m.

Quelle von 5,5—6,5° C. Temperatur, in Kalkgebiet entspringend. Nur zwei Limnäen wurden gefunden. Ihre Masse sind:

5,5	3,0	2,5	2,1
5,0	2,8	2,2	2,0

7. Tilisunasee, 2102 m.

See mit schlammigem und steinigem Untergrund. Liegt in krystallinischem kalkarmem Gebirge. Algenvegetation mässig. Mittlere Temperatur im Juli bis August 10-12° C.

Digitized by Google

Grösstes Exemplar:			
6,8	3,2	3,0	2,0
Kleinstes Exemplar:			
3,7	2,0	1,8	1,2
Mittelwerte:			
4,87	**2,58**	**2,38**	**1,53**

8. Partnunersee, in Tiefen von 5—15 m, 1874 m.

Grösstes Exemplar:			
6,0	3,0	2,5	1,8
Kleinstes Exemplar:			
3,5	2,5	2,1	1,5
Mittelwerte:			
4,54	**2,83**	**2,30**	**1,66**

9. Bäche auf der Passhöhe von Plasseggen, 2345 m.

Raschfliessende, nicht versiegende, kalkarme Bäche mit Geröllunterground. Temperatur im Juli bis August im Mittel 8,2° C.

Grösstes Exemplar:			
6,5	3	3	1,9
Kleinstes Exemplar:			
3,8	2,0	1,8	1,1
Mittelwerte:			
4,53	**2,55**	**2,15**	**1,38**

10. Bäche an der Sulzfluh, 1900—2100 m.

Schnellfliessende, geröllreiche, schattige und leicht versiegende Bäche im Kalkgebirge. Temperaturen gehen im Juli bis August 4,5—10° C.

Grösstes Exemplar:			
4,0	2,1	2,1	1,3
Kleinstes Exemplar:			
3,1	2,0	1,5	1,1
Mittelwerte:			
3,67	**2,07**	**1,86**	**1,20**

Aus allen diesen Notizen treten mehrere Thatsachen klar zu Tage. Einmal zeigt es sich, dass *Limnaea truncatula* an ein und derselben Lokalität in Bezug auf Dimensionen in weiten Grenzen hin und her geht. Sodann ergiebt es sich aber auch, dass die Schnecke im Hochgebirge am besten in warmen, algenreichen Tümpeln, Weihern und Seen gedeiht, welche der Gefahr der Austrocknung nicht unterliegen. An solchen Lokali-

Digitized by Google

täten nähern sich die Alpenlimnäen am meisten den Grössenverhältnissen ihrer Artgenossen der Ebene. Kalte Seen, sowie besonders kleine Rinnsale und Quellen von tiefer Temperatur bieten dagegen *L. truncatula* die ungünstigste Heimat. Sie beherbergen ausschliesslich Zwergexemplare der Schnecke.

Damit ist auch die Frage beantwortet, welche äusseren Bedingungen die Limnäen des Hochgebirgs zu Kümmerformen umstempeln. Tiefe Temperatur, Nahrungsmangel, ungünstige Wohnplätze und Gefahr der Austrocknung dürften dabei die Hauptrolle spielen. Der langgedehnte Alpenwinter dagegen scheint auf die Schnecken einen weniger schädlichen Einfluss auszuüben. Seine Einwirkung kann durch ausgiebige Erwärmung des Wohngewässers und durch reichliche Nahrung während des kurzen Sommers zum Teil ausgeglichen werden. Wenn so in den kleinen Wasseransammlungen der Hochgebirge für Schnecken ein Faktor der Varietätenbildung, nämlich der Wellenschlag, fehlt, treten dafür andere umgestaltende Momente in den Vordergrund.

Sie führen zur Entstehung von oft bauchig aufgetriebenen Zwergformen der beiden am höchsten emporsteigenden Wasserschnecken *L. truncatula* und *L. peregra*.

34. Pisces.

In einer Reihe von Publikationen und besonders in seinem grossen Werk über die Wirbeltiere der Schweiz erbringt Fatio den Beweis, dass der Artenreichtum der Fischfauna mit der steigenden Höhenlage rasch abnimmt. Von 51 Fischen der Schweiz steigen nur fünf — *Cottus gobio, Phoxinus laevis, Nemachilus barbatulus, Thymallus vexillifer* und *Salmo lacustris* — freiwillig über 1100 m. Sie besitzen alle eine ziemlich weite geographische Verbreitung, die sich besonders hoch nach Norden erstreckt. Unter 2000 m bleiben Aesche und Bartgrundel zurück; höher erheben sich nur die Forelle, Groppe und Ellritze, d. h. drei wanderlustige und bewegliche Fische, die kräftig und gewandt genug sind, um auch grössere Hindernisse raschfliessender Alpenbäche zu überwinden. Am höchsten — bis gegen 2500 m — soll sich *Phoxinus laevis* auf natürlichem Wege in den Alpen erheben; während allerdings *Salmo lacustris* künstlich importiert noch Hochgebirgsbecken von über 2600 m Höhenlage bewohnt.

Imhof kennt über 1650 m in den Schweizeralpen noch 11 Fischarten, vier importierte und sieben autochthone. Ueber 2100 m verzeichnet derselbe Autor noch vier Species, nämlich ausser den eben genannten drei eingeborenen Formen noch die künstlich eingesetzte Schleihe.

Nach den Angaben von Heller und v. Dalla Torre erreichen in den Bergseen Tirols *Salmo lacustris* und *S. salvelinus* die beträchtlichste Höhe.

In sehr sorgfältiger Weise hat jüngst Lorenz Vertretung und Verbreitung der Fische im Kanton Graubünden behandelt. Von 621 Seen, die zwischen 786 und 2640 m Höhe liegen, beherbergen 74 sicher Fische. Manche hochgelegene Wasserbecken werden

Digitized by Google

zweifellos von Fischen nicht bewohnt. Hieher gehören, nach **Heuscher**, auch die Seen an den Grauen Hörnern. Für viele Seen der Hochalpen aber bleibt bis heute Gegenwart oder Abwesenheit einer Fischbevölkerung zweifelhaft.

Die faunistische Verwendbarkeit der Daten über Vorkommen von Fischen in Wasseransammlungen des Hochgebirgs wird oft stark durch den Umstand beeinträchtigt, dass es schwer fällt, oder geradezu unmöglich ist, zu entscheiden, ob ein Gewässer seine Fischbevölkerung auf natürlichem Wege, oder künstlich durch die Hand des Menschen erhalten hat. Wasserstürze und unterirdischer Verlauf des Ausflusses verbieten den Fischen das Eindringen in manche Hochseen und doch fristen nicht selten auch in solchen Gewässern Forellen, Groppen und Ellritzen ihr Leben. (Lünersee.) Die Gegenwart von Edelfischen an derartigen Lokalitäten mag in manchen Fällen künstlicher Import erklären; für *Cottus* und *Phoxinus* aber wird eher freiwillige Einwanderung zu einer Zeit anzunehmen sein, in welcher das betreffende Seebecken gegen tierische Invasion noch weniger vollständig abgeschlossen war.

Ueber die speziellere Verbreitung der Fische in den hochgelegenen Seen Graubündens stellen wir nach der trefflichen Arbeit **Lorenz'** folgende Notizen zusammen.

Vorkommen von Fischen in 74 Hochgebirgsseen Graubündens.

	Zahl der Seen		
	Künstlich	Natürlich	Total
1. Cottus gobio L.	—	8	8
2. Tinca vulgaris Cuv.	7	—	7
3. Scardinius erythrophthalmus L.	5	—	5
4. Phoxinus laevis Agass.	11	26	37
5. Nemachilus barbatulus L.	—	4	4
6. Salmo lacustris L.	17	39	56
7. Esox lucius L.	3	—	3
8. Lota vulgaris L.	5	—	5

Von den 74 Seen **Lorenz'** liegen 67 über 1400 m. Davon beherbergen:

34 je nur eine Fischart. (Höchster Lej Sgrischus, 2640 m.)
22 je zwei Fischarten. (Höchster Lej da Rims, 2392 m.)
10 je drei Fischarten. (Partnun, 1874 m.)
1 je vier Fischarten. (Taraspersee, 1410 m.)

Forellen kommen allein in 23, zugleich mit anderen Fischen in 33 Seen vor; *Phoxinus* lebt in acht von 37 bewohnten Wasserbecken.

Zu **Lorenz'** Angaben fügen wir nunmehr diejenigen von **Asper**, **Blanchard**, **v. Dalla Torre**, **Fatio**, **E. Favre**, **Fuhrmann**, **Goll**, **Heller**, **Heuscher**, **J. Hofer**, **Imhof**, **Mettier**, **Pavesi**, **Richard**, **Schinz**, **Studer**, **Wanger** u. a., um so ein allgemeineres Bild von der Faunistik der Fische in den Hochalpen überhaupt zu erhalten.

Digitized by Google

Perca fluviatilis L.

Der Flussbarsch scheint in höher gelegenen Seen nur künstlich importiert vorzukommen. So findet er sich im Hinterburgsee bei Brienz, 1524 m, und im unteren Seewenalpsee, 1621 m. Im Spanneggsee, 1458 m, wo *Perca* vor 150 Jahren eingeführt wurde, ist der Fisch seither wieder verschwunden.

Cottus gobio L.

Als Bewohner klaren und kalten, wenig tiefen Wassers eignet sich *Cottus gobio* trefflich zum Aufenthalt in Hochgebirgsseen. Seine Gewandtheit erlaubt ihm, auch in stärker fliessenden Bächen aufwärts zu wandern. 20 Fundorte sind für ihn aus den Hochalpen bekannt; doch geniesst er im Gebirge offenbar noch eine weit grössere Verbreitung. Als höchste bewohnte Lokalität mag einstweilen der Lago di Crocetta, 2309 m, gelten. Im Rhätikon bewohnt *Cottus* die Seen von Partnun, Tilisuna, Garschina und besonders häufig den Lünersee; im Gotthardgebiet erreicht er den Lucendro- und Sellasee, 2231 m, sowie die Becken des Cadagno-, Ritom- und Tomasees. Zahlreich treten Groppen in manchen hochgelegenen Wasserbecken des Kantons Tessin, sowie der Graubündner-, Berner- und Unterwaldneralpen auf.

Tinca vulgaris Cuv.

Aus dem Gebiete der Hochalpen fanden sich in der Litteratur für die Schleihe neun Fundorte verzeichnet. Darunter figurieren die grösseren Seen des Oberengadins, der See auf dem Bernhardin und sogar das Seebecken auf der Passhöhe des Grossen St. Bernhard, 2445 m. Es ist ohne weiteres der Ansicht von Fatio und Lorenz beizustimmen, dass der träge, hauptsächlich in schlammigen Torfgewässern gedeihende Fisch seine Gegenwart in all' diesen hochgelegenen Gewässern künstlichem Import verdanke.

Cyprinus carpio L.

Der Karpfen überschreitet die Grenze von 1500 m Höhenlage im Hinterburgsee bei Brienz, doch ist auch für ihn, der sonst 750 m kaum übersteigt, Einsetzung durch den Menschen in jenen See anzunehmen. Fatio verzeichnet übrigens das durch Imhof gemeldete Vorkommen von *Cyprinus carpio* im Hinterburgsee nicht. Sollte der Karpfen dort wirklich nicht leben, so bliebe als sein höchster Aufenthaltsort in der Schweiz, nach Heuscher, der Schönenbodensee im Toggenburg, 1092 m.

Scardinius erythrophthalmus L.

Der Fisch wurde künstlich eingesetzt in den St. Moritzer-, Silser-, Campfèr-, Silvaplaner- und Statzersee. In letzterem steht er bei 1812 m an seiner obersten Verbreitungsgrenze. Freiwillig steigt *Scardinius* nirgends in bedeutende Höhe.

Leuciscus rutilus L.

Soll nach Fatio freiwillig kaum die Höhe von 700 m überschreiten; doch kennen Asper und Heuscher den Fisch aus den Seewenalpseen, 1621—1624 m. Dort dürfte er wohl importiert sein.

Digitized by Google

Squalius cephalus L.

Auch *Squalius* übersteigt kaum die Höhengrenze von 900 m. Seine Anwesenheit im Lac de Champex, 1465 m, dürfte auf Einsetzung deuten.

Phoxinus laevis Agass.

Phoxinus scheint für das Leben im Hochgebirge geschaffen zu sein. In hohem Grade eurytherm, fühlt er sich wohl im überhitzten Tümpel der Ebene, wie im kalten Gletscherwasser. Kräftig und wanderlustig dringt er, gegen den Strom schwimmend und Hindernisse überspringend, in den kleinsten Wasseradern bergan bis zu Höhen von 2400 m. Geringfügigste Wassermengen genügen zu seinem Vormarsch und Rückzug.

So erreichte *Phoxinus* in aktiver Wanderung zahlreiche Hochalpenseen, die er heute oft massenhaft bevölkert. In einige wenige Becken mag er auch als Nahrung für die Forellen eingesetzt worden sein. Nach meiner Zusammenstellung sind für *Phoxinus laevis* etwa 48 hochalpine Fundorte bekannt. Auf künstlichen Import wird seine Gegenwart zurückgeführt im See auf dem Grossen St. Bernhard, 2445 m, und in den kleinen Wasserbecken am Weissenstein (Albula), 2030—2060 m.

In den französischen Alpen bei Briançon verfolgten Blanchard und Richard den Fisch bis zu 2350 m. (Lac de Sarailley, Plateau du Gondran.) Die Gewässer der Schweizeralpen bevölkert er überall. Im Rhätikon lebt er besonders häufig in den Seen von Partnun, Tilisuna und Garschina. Ausserdem zählt Lorenz eine lange Reihe bündnerischer Fundorte für *Phoxinus* von z. T. recht bedeutender Höhenlage auf. So lebt das Tier in den Becken von Gravasalvas, 2378 m, Lai dilgs Mortèrs 2350, Crap radond, 2350, Lai da Rims, 2392, ferner in den Seen am Splügen, 2196—2272, am Stallerberg, 2390 und vielleicht sogar im Lai Tigiel, 2489 m.

Nemachilus barbatulus L.

Die von Fatio angegebene allgemeine Höhengrenze von 1400 m überschreitet *Nemachilus* an fünf Stellen nicht unbeträchtlich. Er steigt im Lai da Vons bis zu 1960 m.

Salmo lacustris L.

Als echter Bergbewohner erhebt sich die Forelle an zahlreichsten Stellen weit hinauf in die hochalpine Region. Doch bleibt es in manchen Fällen zweifelhaft, ob Hochgebirgsseen ihre Bevölkerung mit dem so geschätzten Salmoniden aktiver Einwanderung oder künstlicher Verpflanzung durch die Hand des Menschen verdanken. Von 80 Alpenseen über 1400 m Höhenlage, die Forellen beherbergen, mögen 34 künstlich besiedelt worden sein. Erwähnung verdienen etwa folgende Wohnorte von *Salmo lacustris* L.: in Graubünden der Mortèl dilg Crapalv, 2340 m, der See von Gravasalvas, 2378 m, die Splügenseen, 2196—2273, der Tomasee am Badus, 2344, die Julierseen bis zu mehr als 2600 m, die hochgelegenen Becken an der Bernina, 2220—2309, der Lai da Rims, 2392, der Suvrettasee, 2616, der Lai Sgrischus, 2640 m. In den Partnunsee fand, nach Planta-Reichenau, zweimal Einsetzung von Forellen statt; heute erreichen die Fische dort eine stattliche Grösse. Auch in den Wasserbecken des Gotthardgebiets — Oberalpsee,

Digitized by Google

2028 m, Lucendrosee, 2083, Sellasee, 2231 u. a. — lebt *Salmo lacustris*. In dem See auf dem Grossen St. Bernhard, 2445 m. wurden die Forellen eingesetzt; ähnliches dürfte für den Lac de Cristol bei Briançon, ca. 2450 m, gelten.

Erwähnen wir endlich noch die von Heller und v. Dalla Torre aufgezählten, hochgelegenen Fundorte in den Tiroleralpen: den Finailsee, 2690 m, den Mutterbergersee im Stubai, 2650, den Riffelsee im Pitzthal, 2200, und die Finsterthalerseen, 2300 m. Pavesi kennt Forellen aus den kleinen Seen des Monte Viso, der Adamellogruppe und des Stilfserjochs. Bemerkenswert ist noch, dass gerade in die Wasserbecken von bedeutendster Höhenlage *Salmo lacustris* künstlich eingeführt wurde. (Crapalv, Gravasalvas, Tomasee, Sgrischus, Suvretta, Julierseen, Crocetta, Sellasee, St. Bernhardsee und wohl auch die genannten Wasserbecken der Ostalpen.)

Salmo salvelinus L.

Der dem Norden und den Gebirgen angehörende Saibling fehlt, nach Fatio und Wanger, den eigentlichen Hochgebirgsseen der Schweiz. Lorenz betont sogar, dass alle Einsetzungsversuche in hochgelegene Wasserbecken des Kantons Graubünden missglückt seien. Dagegen zählt Schinz, wohl mit Unrecht, den Saibling mit Forelle und Groppe zu den Fischen, die auch in der Schweiz am höchsten in die Alpen emporsteigen. Das Fehlen kann um somehr auffallen, als *Salmo salvelinus* die kalten Seen Islands, Skandinaviens, Finnlands und Lapplands bevorzugt und gleichzeitig die Wasserbecken der Hochalpen Oesterreichs bewohnt. So gedeiht der Fisch, künstlich eingebürgert, im Lünersee, 1943 m, dicht an der Schweizergrenze und belebt, wie Heller angiebt, im Stubai den Plenderlesee, 2410 m, in der Oetzthalergruppe den Gaislacher- und Finailsee, 2212 und 2690 m.

Esox lucius L.

Die einzigen für uns in Betracht fallenden Wohnstätten des Hechts stellen dar der Taraspersee, 1410 m, und der Untere Seewenalpsee, 1621 m. Künstlicher Import wird für beide Lokalitäten Geltung haben.

Lota vulgaris L.

Durch den Menschen eingesetzt, hat sich *Lota vulgaris* in folgenden Hochgebirgsseen gehalten: Schwarzsee bei Davos, 1507 m, Taraspersee, 1410, Lai Nair bei Tarasp, 1550, Ritomsee, 1829, Sachselersee am Hochstollen, 1849, Engstlensee, 1852, Grimselsee, 1871 m.

Der Vollständigkeit wegen sei erwähnt, dass nach Fatio *Thymallus vexillifer* Agass. im Inn bis zu 1400 m Höhe emporsteigen soll und dass im Lauf der letzten Jahre wiederholt der Versuch gemacht wurde, auch hochliegende Gebirgsseen mit ausländischen Fischen — Coregonen, *Salmo irideus* Gibbons, *Salvelinus namaycush* Pennant — zu besetzen.

Digitized by Google

Die oben angeführten Notizen lassen sich in folgende Tabelle zusammenfassen:

Verbreitung der Fische in den Alpen über 1400 m.

Name	Zahl der Fundorte Import.	Natürl.	Total	Höchster Fundort
1. Perca fluviatilis L.	2	0	2	Unt. Seewenalpsee, 1621.
2. Cottus gobio L.	0	20	20	Lago della Crocetta, 2309.
3. Tinca vulgaris Cuv.	9	0	9	St. Bernhardsee, 2445 m.
4. Cyprinus carpio L.	1(?)	0	1(?)	Hinterburgsee, 1524 m.
5. Scardinius erythrophthalmus L.	5	0	5	Statzersee, 1812 m.
6. Leuciscus rutilus L.	3	0	3	Ob. Seewenalpsee, 1621 m.
7. Squalius cephalus L.	1	0	1	Lac de Champex, 1465 m.
8. Phoxinus laevis Agass.	11	37	48	St. Bernhardsee, 2445 m. Vielleicht auch Lai Tigiel, 2489 m.
9. Nemachilus barbatulus L.	0	5	5	Lai da Vons, 1960 m.
10. Salmo lacustris L.	34	46	80	Finailsee, 2690 m.
11. Salmo salvelinus L.	?	?	4	Finailsee, 2690 m.
12. Esox lucius L.	2	0	2	Unt. Seewenalpsee, 1621.
13. Lota vulgaris L.	7	0	7	Grimselsee, 1871 m.

Die Notizen und die Tabelle zeigen, dass die Fischfauna der Hochalpen durch künstliche Einfuhr um eine stattliche Reihe von Formen bereichert wurde (Cypriniden, Barsch, Hecht, Trüsche) und dass auf demselben Wege eingeborene Formen im Gebirge eine weitere horizontale und vertikale Verbreitung erfuhren. (Forelle und Ellritze.)

Aus mehreren Tátraseen bis zu 1516 m melden Wierzejski und von Daday Forellen; *Salmo salar* L. soll in einem Wasserbecken von 1404 m Höhenlage leben. Brandt giebt einige Notizen über die Fische der grossen armenischen Alpenseen. Als sehr fischarm erwies sich der Goktschai. Von Cypriniden beherbergte er nur *Capoeta sevangi* Filippi, und *Barbus gotschaicus*, von Salmoniden eine *S. hucho* Guld. nahestehende Form. Viel reicher besetzt war der Tschaldyr-göl und zwar mit folgenden Fischen: *Salmo armenicus* n. spec., *Cyprinus carpio* L. var., *Capoeta fundulus* Pall., *Barbus caucasicus* Kessl., *B. cyri* Fil., *B. armenicus* n. spec., *Squalius turcicus* Fil., *Aspius erythrostomus* Kessl.?, *Alburnus fasciatus* Nordm. var., *A. filippii* Kessl. var., *A. brandtii* n. spec.

Ueber die Variation der Fische unter dem Einfluss der hochalpinen Bedingungen besitze ich keine eigenen Erfahrungen. Ich verweise in dieser Beziehung auf die zahlreichen Angaben in Fatios grossem Werk. Der Genfer Zoologe betont hauptsächlich, dass in den kleinen Hochgebirgsseen und in den Alpenbächen manche Fische in Bezug auf Dimensionen und Gestalt viel länger im Jugendzustand verharren, als in den grösseren, wärmeren und an Nahrung reicheren Gewässern der Ebene. Auch in den Abhandlungen

Digitized by Google

von Goll und von Heller finden sich Angaben über Färbung, Grösse und Gestalt hochalpiner Exemplare von *Phoxinus, Salmo lacustris* und *S. salvelinus.*

Ueber die Fortpflanzungszeit von *Cottus* und *Phoxinus* in den Hochseen des Rhätikon besitze ich einige Notizen.

Cottus gobio laichte am 28. Juli 1890 im Partnunersee, 1874 m, gleichzeitig fanden sich dort ganz junge, eben ausgeschlüpfte Exemplare des Fisches. Am 2. August 1891 gieng das Laichgeschäft im See von Tilisuna, 2102 m, vor sich; 1892 fiel dasselbe in Partnun ebenfalls auf die ersten Augusttage. Das alles bedeutet eine starke Verschiebung der Fortpflanzungszeit gegenüber den für die Ebene gültigen Verhältnissen. Fatio sagt, dass die Eiablage von *Cottus* im Tessin sich oft schon Ende Februar, in der Rhone und im Genferseebecken im März und April vollziehe. Häufig werde im Mai gelaicht, in kalten Berggewässern und kleinen Alpenseen erst im Juni.

Phoxinus laevis überraschte ich im Partnunersee bei der Laichablage am 30. Juli 1892. Das passt zu den Angaben Fatios, nach welchen der Fisch sich in den warmen Gewässern der Ebene schon Mitte April, in den Hochalpen aber erst im Juli und sogar im August fortpflanzt.

35. Amphibia.

In den Alpengewässern verleben folgende Amphibien ihre Jugendzeit: *Hyla viridis* Laur., *Alytes obstetricans* Laur., *Bufo vulgaris* Laur., *Bombinator bombinus* Wagl., *Rana fusca* Rösel und *Triton alpestris* Laur. Von ihnen machen auf niedrigerer Gebirgsstufe Halt *Alytes obstetricans* und *Bombinator bombinus.* Die Geburtshelferkröte traf Fatio im Berneroberland noch bei 1500 m; Asper und Heuscher sahen dasselbe Tier noch im untersten Murgsee, 1673 m. Die Unke soll in der Schweiz, nach Fatio, die Höhe von 1200 m kaum überschreiten; v. Dalla Torre zieht ihr dagegen im Tirol eine obere Verbreitungsgrenze von 1500 m. Dass übrigens Amphibien sich gelegentlich hoch über ihren gewöhnlichen Verbreitungsgürtel erheben können, beweist mir ein eigener Fund von *Hyla viridis* oberhalb des Lünersees bei 2200 m, während sich sonst der Laubfrosch selten über 1000 m erheben soll. Bedeutend weiter hinauf in die alpine Region wagt sich *Bufo vulgaris.* Das in ganz Europa und zum Teil auch in Asien gemeine Tier bewohnt zahlreiche kleine Wasserbecken der Hochgebirge. Es erreicht, nach Fatio, von Dalla Torre und Heller, in den Alpen Tirols und der Schweiz 2000—2100 m Höhe. Besonders im Oberengadin und im Berneroberland nähert sich die gewöhnliche Kröte dieser oberen Grenze. Im weissen See der Hohen Tátra, 1605 m, fand v. Daday das Tier; im kaukasischen Goktschai scheint die verwandte *Bufo viridis* Laur. zu leben.

Als richtige Hochalpentiere aber von grösster vertikaler Verbreitung haben *Rana fusca* und *Triton alpestris* zu gelten.

Rana fusca bildet im Hochgebirge eine ganz gemeine Erscheinung. Erst in Höhen,

Digitized by Google

wo das Wasser während des ganzen Jahres nicht mehr flüssig wird, ist ihrem Vorkommen eine obere Verbreitungsgrenze gezogen. Einige Punkte dieser obersten Grenzlinie mögen genannt werden.

In den französischen Alpen bei Briançon steigt der braune Frosch an vielen Stellen bis zu 2400 m. Für das Gotthardgebiet besitzen wir Angaben von Fischer-Sigwart und Fuhrmann. Ersterer beobachtete Froschbrut im Sellasee, 2231 m, letzterer u. a. im Lago di Tom, 2023 m, und in Tümpeln des Piano dei porci, 2200 m. Erwachsene Exemplare von *Rana fusca* traf Fischer noch am Monte Prosa in Höhen von 2500—2600 m. Laichplätze für das Tier bieten auch der Todtsee auf der Grimsel, 2134 m, Wasserbecken auf Julier, Bernina und Albula, 2200—2300 m, die Scelochalp im Kanton Glarus, 2156 m, und im Rhätikon die warmen Tümpel von Garschina und am Grubenpass. Für die Tiroler Alpen kann ich, nach vielfacher eigener Erfahrung, die Angaben von Heller und v. Dalla Torre bestätigen, dass sich *Rana fusca* bedeutend über 2000 m erhebt. Ich fand den Frosch in unmittelbarer Nähe der Gletscherränder der Oetzthaler-, Stubaier- und Zillerthaleralpen. sowie in der Gruppe von Ortler, Venediger und Glockner, und zwar oft in sehr zahlreichen Exemplaren. Aehnlich verhält sich das Tier im Oberengadin, wo Fatio seinem Vorkommen spezieller nachgegangen ist.

Rana fusca, eine nördliche Art, die einen Teil von Asien und ganz Europa vom Mittelmeer bis nach Schweden und Norwegen bewohnt, hat also in den Alpen hochgelegene und weitverbreitete Standquartiere erworben. Von weiter entlegenen Fundorten im Hochgebirge nenne ich den Goktschai im Kaukasus.

Eine ähnliche Verbreitung in den Alpen geniesst *Triton alpestris*, eine Form, die Mittel- und Südeuropa bewohnt, den Norden — Dänemark und Skandinavien — dagegen meidet. In der Schweiz steigt *Triton* von der Ebene bis in klare und kalte Seen und Tümpel von 2500 m Höhenlage. Für Tirol giebt v. Dalla Torre eine obere Verbreitungsgrenze von 2700 m an.

Triton alpestris ist häufig an zahlreichen Fundorten im Oberengadin, so im kleinen See von Bosco della Palza, 1850 m; er laicht im Ritomsee, 1829 m, und im obersten Murgsee, 1891 m. In der Gotthardgruppe steigt er bis zu 2500 m. Durch De Filippi sind als seine hochgelegenen Wohnstätten Seen im Formazzathal bekannt geworden. In Seen und Tümpeln des Rhätikon bis zu einer Höhe von 2200 m war *T. alpestris* während der Laichzeit und Metamorphose ein häufiger Gast. Spezielleres über sein dortiges Vorkommen und dasjenige von *Rana fusca* folgt in der biologischen Besprechung.

Aus der Hohen Tátra kennt Wierzejski den Alpenmolch bis zu 1226 m; auch in den Teichen des Riesengebirgs und den Seen des Böhmerwaldes, d. h. in Gewässern von 1000—1200 m Höhenlage, kommt, nach Zacharias und Frič, *T. alpestris* vor.

Für die allgemeine Verteilung der Amphibien in den Alpen gelten in vollem Masse Fatios Angaben. Die Zahl der Species und Individuen nimmt nach oben mit der sinkenden mittleren Jahrestemperatur ab. Am höchsten steigen weitverbreitete Formen

Digitized by Google

der Ebene, besonders solche, deren Verbreitungsbezirk sich gleichzeitig weit nach Norden ausdehnt, wie *Rana fusca* und *Bufo vulgaris*. An den Südhängen der Gebirgszüge entfaltet sich das Amphibienleben reicher und erhebt sich höher, als an den nach Norden gewendeten Abfällen.

Die vertikale Verbreitung der Amphibien wird aber noch durch ein anderes Moment bestimmt, das uns passend in die biologische Betrachtung einführen wird: durch die Dauer des Wasserlebens oder der Metamorphose jeder einzelnen Species. Je kürzer bemessen der Wasseraufenthalt einer Art ist, in umso höheren Gebirgslagen wird die betreffende Species noch die nötigen Entwicklungsbedingungen finden. Für eine Metamorphose von wenig Wochen genügt auch der kurze Hochalpensommer. Dieses Verhältnis mag aus der folgenden Zusammenstellung deutlich hervorgehen.

Name der Species	Dauer des Wasserlebens Tage	Oberste Grenze der vertik. Verbreitung m
Bombinator bombinus . .	124—134	1200—1500
Alytes obstetricans . . .	120—130	1500—1650
Bufo vulgaris	110—120	2000—2100
Hyla viridis	80—98	2200
Rana fusca	85—95	2500—2600

Triton alpestris kommt in dieser Reihenfolge nicht in Betracht, da, wie unten gezeigt werden soll, die Dauer seiner Metamorphose in sehr weiten Grenzen von den äusseren Bedingungen abhängt.

Daran knüpft sich nun unmittelbar die biologische Frage, in welcher Weise die Amphibien-Metamorphose durch die hochalpinen Bedingungen beeinflusst werde. *Alytes obstetricans* legt ihren Laich verhältnismässig spät, im April oder Mai, ab. Ja, Leuthner berichtet sogar, dass die Eiablage der Geburtshelferkröte bei Basel erst im Juni stattfinde. Zu jener Zeit wird das Tier aber auch in Gebirgslagen von mittlerer Höhe, 1500 bis 1600 m, die es gelegentlich erreicht, günstige Laichbedingungen treffen und für die Metamorphose werden noch vier volle Monate zur Verfügung stehen. Immerhin sprechen mehrere Beobachtungen dafür, dass Eiablage und Metamorphose von *Alytes* in den Alpen nicht unbedeutend verschoben werden können. Fatio fand auf der Meglisalp, 1500 m, noch am 25. Juni ein Weibchen der Geburtshelferkröte, das seinen Laich bei sich trug, und Asper und Heuscher beobachteten Ende September 1885 im untersten Murgsee, 1673 m, 6 cm lange Alyteslarven. Sehr viel deutlicher wird die hochalpine Verschiebung der Fortpflanzung schon für *Bufo vulgaris*. In der Ebene begattet sich das Tier unmittelbar nach dem Schmelzen des Eises, je nach der Gunst oder Ungunst des Jahres von Anfang März bis im April. Die Metamorphose beansprucht 110—120 Tage. Schon in tieferer Gebirgslage aber verschiebt sich das Datum der Laichablage ganz beträchtlich. Verschiedenen Autoren entnehme ich die folgenden Beobachtungen:

Digitized by Google

Thalalpsee, 1105 m, Laichablage von Bufo vulgaris 22. Mai 1885.

Voralpsee, 1116 m, Laichablage 28./29. Mai 1887.

Weisser See, Hohe Tátra, 1605 m, Laichablage 4./5. August.

Im Thalalpsee begann, wie soeben bemerkt, die Entwicklung von *Bufo* am 22. Mai 1885. Am 16. Juli war das Wasser von Kaulquappen erfüllt, die am 21. August alle vier Extremitäten besassen, ohne indessen den Schwanz verloren zu haben. Das Ende der Metamorphose war somit etwa auf den 10. September zu erwarten, während in der Ebene das Festland von den Kröten gewöhnlich schon während der zweiten Julihälfte bezogen wird. Die Fortpflanzung von *Bufo vulgaris* wird somit durch die verlängerte Eisbedeckung der alpinen Wohngewässer sehr wesentlich beeinflusst.

Ueber die Entwicklung von *Hyla* im Hochgebirge besitzen wir leider keine Angaben. Doch wissen wir, dass der Eintritt der Begattung für den Laubfrosch von Jahr zu Jahr weiten Schwankungen unterworfen ist. Die Eiablage geht in der zweiten Hälfte April, im Mai, ja sogar erst im Juni vor sich. Manchmal verlässt *Hyla* ihre Winterquartiere bereits Mitte April, oft aber auch erst im Mai. Sie gehört also unter allen Umständen auch in der Ebene zu den spät erscheinenden Amphibien. Dies, sowie die weitgehende Fähigkeit die Entwicklung den momentanen klimatischen Verhältnissen anzupassen, und die relativ kurze Dauer der Metamorphose machen den Laubfrosch als Hochgebirgstier geeignet.

Besonders klar prägt sich der hochalpine Einfluss in der Entwicklung von *Rana fusca* aus. Ueber ihr Verhalten im Gebiet der schweizerischen Hochebene machen Fatio und Fischer-Sigwart folgende Angaben. Die Laichzeit von *R. fusca* beginnt sobald die Gewässer frostfrei werden. Unter Umständen kann sie somit schon im Februar eintreten; sehr häufig fällt sie in den Monat März. Langandauernde Kälte verschiebt das Laichgeschäft in sehr weitgehenden Grenzen; neueintretender Frost treibt die Grasfrösche, nachdem die Kopulation bereits begonnen hat, in ihre Winterquartiere zurück. Die mehr oder weniger günstige Lage der Lokalitäten beeinflusst den zeitlichen Eintritt der Laichablage sehr beträchtlich; aber auch an ein und derselben Oertlichkeit erfolgt in verschiedenen Jahren, je nach den klimatischen Bedingungen, die Kopulation von *Rana fusca* zu verschiedener Zeit. Der diesbezügliche Zeitunterschied kann 6—8 Wochen betragen.

Zu dieser Verschiebbarkeit der Fortpflanzungsepoche, welche dem Aufsteigen des braunen Frosches ins Hochgebirge Vorschub leistet, kommt ein zweites, die Einbürgerung in den Alpen begünstigendes Moment, die Resistenz des Laiches gegen niedere Temperaturen. Ein längeres vollständiges Durchfrieren der Eimassen hemmt die Entwicklung, ohne die Embryonen zu vernichten. Zu günstiger Zeit wird die Weiterbildung in schnellerem oder langsamerem Tempo wieder aufgenommen.

Endlich ist für das Vorkommen von *Rana fusca* an hochgelegenen Wohnorten entscheidend die relativ kurze Dauer der Metamorphose. Die Entwicklung innerhalb

Digitized by Google

des Eis beträgt im Freien gewöhnlich $12^1/_2$—$13^1/_2$ Tage, das Wasserleben der Larven 79—81 Tage. Dabei folgen sich die einzelnen Stationen der Umwandlung in zeitlich sehr geregelter Weise. 55—60 Tage nach dem Auskriechen erscheint das hintere Extremitätenpaar, das am 66. Tag seine vollkommene Ausbildung erhält. Am 70. Tage brechen auch die beiden Vorderfüsse hervor, und am 80. verliert die Larve gewöhnlich den Schwanz. Die Metamorphose wird im Laufe des Sommers leicht zu Ende geführt, so dass die Larven von *R. fusca* nicht überwintern.

Mit diesem Bild der Entwicklung in der Ebene sind nun die am braunen Frosch der Hochalpen gemachten Beobachtungen zu vergleichen.

Zunächst ergiebt sich leicht eine äusserst beträchtliche Verlegung der Laichzeit und damit eine weitgehende Verschiebung der Metamorphose. Auch in den Alpen fällt die Kopulation von *R. fusca* zeitlich mit dem Brechen der Eisdecke zusammen, wie in der Ebene. Der eine wie der andere Prozess spielt sich, je nach der Höhenlage der vom Frosch aufgesuchten Wasseransammlungen, im Mai oder Juni ab.

Darüber mögen die teils durch direkte Beobachtung, teils durch Berechnung gewonnenen Zahlen aufklären:

Entwicklung von Rana fusca in Gewässern des Hochgebirgs.

Lokalität	Höhe in Metern	Laichablage	Schluss der Metamorphose
1. Schwarzer See (Böhmerwald)	1008	Anfangs Mai.	Anfangs August.
2. Thalalpsee	1105	23. Mai.	21. August.
3. Voralpsee	1116	28./29. Mai.	1.—3. Sept.
4. Semtisersee	1250	8.—15. Mai.	27. Juli.
5. Lac du Pontet (Franz. Alpen)	1800	25.—28. Mai.	20.—22. Aug.
6. Oberster Murgsee	1825	28.—30. Juni.	20. Sept.
7. Viltersersee	1902	6. Juni.	6.—8. Sept.
8. Garschinasee 1891	2189	30. Mai bis 2. Juni.	28. Aug. bis 1. Sept.
9. Garschinasee 1892	2189	1.—4. Juni.	31. Aug. bis 3. Sept.
10. Garschinasee 1893	2189	31. Mai bis 2. Juni.	30. Aug. bis 3. Sept.
11. Tümpel am Grubenpass . .	2200	8.—12. Juni.	8.—10. Sept.
12. Sellasee	2231	4.—12. Juni. 12. Juli 99.	2.—4. Sept.

In diese Tabelle fügen sich leicht die folgenden Einzelbeobachtungen ein:

Rana fusca in Metamorphose begriffen.

Lokalität	Höhe in Metern	Datum
1. Toggenburgerseen	1100—1300	Juli.
2. Grosser Teich (Riesengebirge) . .	1218	Anfangs August.
3. Bei Vals	1248	21. August.

Digitized by Google

	Lokalität	Höhe in Metern	Datum
4.	Lac de Gers (Savoyen)	1555	August.
5.	Unteraarboden	1870	30. August.
6.	Lac de la Madeleine (Franz. Alpen)	1900	12. August.
7.	Tümpel bei Partnun	1930	10. August.
8.	Simplon	2000	7. September.
9.	Lac du Lautaret (Franz. Alpen) .	2075	12. August.
10.	Tilisunasee	2102	20. August.
11.	Garschinasee	2189	17. August.
12.	Lac sans nom (Franz. Alpen) . .	2350	5. Oktober.
13.	Plateau de Paris (Franz. Alpen) .	2300—2400	6. September.

Ausser zahlreichen eigenen Aufzeichnungen haben Angaben von Asper, Heuscher, Blanchard, Pugnat, Fischer-Sigwart, Frič, Vávra und Zacharias zu den obigen Zusammenstellungen gedient.

Die angeführten Zahlen beweisen deutlich, dass Eiablage und Metamorphose von *Rana fusca* im Hochgebirge um Wochen und Monate verschoben wird. Doch geht der Grad der Verschiebung nicht ausschliesslich parallel der Höhenlage des von den Fröschen zu Laichzwecken aufgesuchten Gewässers. In kleineren Tümpeln und Teichen, die sich rasch öffnen und bald ausgiebig durchwärmen, beginnt, trotz bedeutender Erhebung, die Eiablage von *Rana* früher und schliesst auch die Metamorphose zeitiger ab, als in tieferliegenden, grösseren Seen von niedriger Temperatur.

Weiter sprechen die Zahlen dafür, dass die Umwandlung des braunen Frosches im Hochgebirge dasselbe Zeitmass beansprucht, wie in der Ebene. Da wie dort dauert der Wasseraufenthalt 85—95 Tage. Nennenswerte Verlängerungen oder Verkürzungen der Metamorphose bedingen die hochalpinen Verhältnisse nicht. Zu demselben Schluss führten auch Fischer-Sigwart seine Beobachtungen am Sellasee.

Es wäre schwer einzusehen, wesshalb die Metamorphose von *Rana* in kalten und nahrungsarmen Gebirgsgewässern gegenüber den besser gestellten Lokalitäten des Flachlandes eine Beschleunigung erfahren sollte. Aber auch in wärmeren Tümpeln und Weihern der Alpen, wie in Garschina und am Grubenpass, spielt sich die Verwandlung in dem einmal gegebenen Zeitmass ab. Auch in hochgelegenen Becken reicht der kurze Alpensommer für die Wasserentwicklung von *Rana fusca* vollkommen aus. Eine Ueberwinterung der Larven scheint fast sicher ausgeschlossen. Die kiementragenden Kaulquappen, welche Schiff, wie Fatio berichtet, noch im Spätherbst fand, vermochten höchst wahrscheinlich ihre Metamorphose noch zu vollenden, bevor der Winter das heimatliche Gewässer mit Eis bedeckte, ein Vorgang, der, wie in der Einleitung erörtert wurde, auch in Seen von 1800—2200 m erst im November eintritt. Der späte Abschluss der Metamorphose wird dadurch begünstigt, dass, nach dem Zeugniss von Fatio, die Entwicklung auch in sehr kaltem Wasser, von nahezu 0°, weitergeht.

Digitized by Google

Der jährliche Lebenscyclus von *Rana fusca* würde sich im Hochgebirge ungefähr in folgendem Rahmen abspielen. Spät werden die Winterquartiere verlassen. Die Kopulation findet, je nach der Lage der Lokalität, im Mai oder Juni statt, sobald eben die Eiskruste der Tümpel oder Seen sich zu lösen beginnt. Fatio sah in den Alpen noch Mitte Juni kopulierte Paare; in demselben Monat beobachtete er unter starker Eisrinde, neben Eiern und Larven, sich begattende Frösche. Wenn allerdings die Laichzeit durch eine heftige Rückkehr des Winters mit Schnee und Eis unterbrochen wird, gehen auch ungezählte Amphibien zu Grunde. So fanden Asper und Heuscher am 22. Mai 1886 die Ufer des Thalalp- und Spanneggsees, 1105 und 1458 m, mit einer Menge von Leichen weiblicher Frösche und Kröten bedeckt.

Von der Eiablage bis zum Schluss der Metamorphose verstreichen auch im Gebirge 85—95 Tage. Während dieser Zeit droht den jungen Fröschen, sofern sie in kleinen, durch Insolation sich rasch erwärmenden Tümpeln leben, die grosse Gefahr der Austrocknung. Im August, September, Oktober, je nach der Lage des heimatlichen Gewässers, findet die Metamorphose ihr Ende und die jungen Frösche betreten das Festland, auf das ihnen schon früher, nach der Laichablage, ihre Eltern vorausgegangen sind. Ausgewachsene Frösche entfernen sich auch im Hochgebirge oft weit vom Wasser, dem sie ihre Eier anvertraut haben. So traf Fischer-Sigwart *R. fusca* am 2. September auf dem Monte Prosa bei 2500 m, am 23. Juli auf der Trübseealp, 1900 m, am 24. Juni am Hochstollen, 2000 m, am 12. August am Hüfigletscher, 1514 m, und am 30. August auf dem Unteraarboden, 1870 m. Hieher sind auch Fatios Funde an den Gletschern des Oberengadins, und meine eigenen im Sommer und Herbst an den Gletscherrändern des Stubais und Oetzthals zu rechnen. In allen Fällen handelte es sich um das Vorkommen von *R. fusca* fernab vom Wasser.

Nach kurzem, der Insektenjagd gewidmetem Sommerleben auf dem Festland zieht sich der braune Frosch vor dem nahenden Hochgebirgswinter zur Ruhe in den Schlamm der Gewässer zurück.

Aus den über Garschina angeführten Zahlen geht hervor, dass an ein und derselben Lokalität Eiablage und weitere Entwicklung von *Rana fusca* während einer Reihe sich folgender Jahre fast genau zu derselben Zeit sich abspielen kann.

Ueber den genaueren Gang der Metamorphose mögen hier noch einige Mittelzahlen, gewonnen aus sehr zahlreichen Messungen, ihren Platz finden.

Entwicklung von Rana fusca im Rhätikon.

Lokalität	Datum	Zustand des Tiers	Gesamtlänge der Larve mm	Länge der entspr. alten Larven i. Zofing. (Fischer-Sigwart) mm
Garschina, 2189 m	3. Aug. 91	Extremitäten fehlen	18—24	12—25
	3. Aug. 92	„ „	12—21	

Digitized by Google

Lokalität	Datum	Zustand des Tiers	Gesamtlänge der Larve mm	Länge der entspr. alten Larven i. Zofing. (Fischer-Sigwart) mm
Garschina, 2189 m	3. Aug. 91	Hintere Extremitäten angedeutet.	25—35	20—40
	3. Aug. 92	„ „ „	22—32	
	30. Aug. 93	Hintere Extremitäten gut entwickelt; vordere fehlen.	31—35	30—45
	30. Aug. 93	Alle vier Extremitäten und Schwanz.	26—31	
	30. Aug. 93	Schwanz im Verschwinden.	21—23	
	30. Aug. 93	Junge Frösche ohne Schwanz.	13—15	15—20
Tümpel a. Grubenpass, 2200 m	29. Aug. 93	Vier Extremitäten; kräftiger Schwanz.	32—40	45—50

Im Sellasee, 2231 m, fand Fischer-Sigwart am 2. September 1886 ein Gewimmel von Taufroschlarven in verschiedenen Stadien der Metamorphose. Einige massen 40—50 mm, manche hatten sich, am Ende der Verwandlung angelangt, bereits auf das Festland gewagt. Einen Fall von verspäteter Entwicklung von *R. fusca* zitieren Asper und Heuscher vom obersten Murgsee, 1825 m. Dort tummelten sich am 19. September 1891 im Wasser noch Larven, bei denen erst die Hinterbeine sich anlegten.

Alle angeführten Zahlen sprechen von Neuem für die grosse Regelmässigkeit der Metamorphose von *Rana fusca* auch im Hochgebirge. Die Umwandlung verläuft beim braunen Frosch wohl zeitlich gesetzmässiger, als bei irgend einem anderen unserer Lurche. Die beigefügten Massangaben über die Larven im Hochgebirge und in der Ebene illustrieren den bekannten Satz, dass in verschieden günstigen Medien die Dimensionen der jungen Frösche verschieden bleiben. Im relativ kalten und nahrungsarmen Alpensee hält sich die Grösse der Larven in bescheideneren Grenzen, als in den Gewässern der Ebene.

Eine alpine Form oder Varietät von *Rana fusca,* also etwa eine *R. alpina* im Sinne von Schinz, existiert nicht. Den Beweis hiefür erbrachten schon Fatio und Fischer-Sigwart.

Die Anuren, und besonders die nordische *R. fusca,* trotzen den hochalpinen Bedingungen ohne denselben im Bau oder in der Lebensweise weitgehende Konzessionen zu machen. Einzig die Verschiebung des Sommers findet ihren Ausdruck in einer entsprechenden Verlegung der Laichzeit und der Metamorphose.

Ganz anders verhält sich *Triton alpestris,* der Vertreter der Urodelen im Wasser der Hochgebirge. Er erweist sich morphologisch und biologisch als viel fügsamer und elastischer und schmiegt sich in Bau und Leben eng den alpinen Bedingungen an.

Seine Metamorphose streckt und verkürzt sich in den weitesten Grenzen. Das gilt in vollem Masse schon für die Ebene. Bei Genf sah Fatio schon in der zweiten Hälfte

Digitized by Google

Februar eierlegende Exemplare von *Triton alpestris*; in anderen Jahren erfolgte die Eiablage an derselben Lokalität erst Ende April. Das Wasserleben dauert gewöhnlich 4—5 Monate, so dass die jungen Tritonen in der Ebene das Festland Ende Juli, im August, oder spätestens Anfangs September beziehen. In den Alpen aber verschiebt sich die Fortpflanzung von *Triton alpestris* mit der zunehmenden Höhenlage und der sinkenden Temperatur der bewohnten Wasserbehälter ganz bedeutend. Je nach der allgemeinen Lage des Wohnorts und nach der Gunst oder Ungunst des Jahrgangs schicken sich die Tritonen im Gebirge zu verschiedener Zeit — Mai, Juni oder Juli — zur Fortpflanzung an, sobald eben die ersten Tümpel sich bilden. Dazu kommt die weitere Thatsache, dass im Gegensatz zu *Rana fusca* die Metamorphose von *Triton alpestris* im Hochgebirge durch die Beschaffenheit des Wohnorts und besonders durch die Temperatur des Wassers, dem die Eier anvertraut wurden, in hohem Grad beeinflusst wird. In seichten, durch Insolation sich stark erwärmenden Tümpeln, die zudem reiche Nahrung bieten, schlägt die Metamorphose ein sehr rasches Tempo an. Der Uebergang der jungen Tiere auf das Land findet in solchen Fällen oft schon im August oder September statt. Häufiger stellt sich dieses Ereignis erst im Oktober ein, und in grösseren, kalten Wasserbecken verlangsamt sich die Entwicklung so sehr, dass die Tritonen den langen Alpenwinter als Larven überdauern und erst im nächsten Sommer lungenatmend das Festland betreten. Die überwinternden Larven wachsen langsam weiter.

In beiden Fällen aber, im warmen Tümpel, wie im kalten See, ist die Nachkommenschaft von *Triton alpestris* extremen klimatischen Verhältnissen in hohem Grad ausgesetzt. Im Tümpel droht häufig die Gefahr der Austrocknung; im See wirkt die niedere Temperatur hemmend auf die Entwicklung.

Ueber den wechselnden Eintritt der Eiablage und die verschiedene Dauer der Metamorphose von *Triton alpestris* im Hochgebirge mögen die folgenden, fremder und eigener Beobachtung entnommenen Daten aufklären.

Eiablage von Triton alpestris im Gebirge.

Lokalität	Meereshöhe m	Datum
Böhmerwaldseen	1008 und 1030	Mai.
Voralpsee	1116	28.—29. Mai 87.
Tümpel bei Partnun	1930	29. Juli 92.
Tümpel am Rellsthalsattel . .	2100	27. Juli 92.
Garschinasee	2189	24. Juli 90.
		1. August 91.
		3. August 92.
Oberengadin	1800	Erste Tage Juni 64.

Digitized by Google

Ganz junge Larven von Triton alpestris.

Aeussere Kiemen; Maximallänge 20 mm.

Lokalität	Meereshöhe m	Datum
Wasserlachen b. obersten Murgsee	1825	19. Sept. 91.
Tümpel bei Partnun	1930	10. August 91.
		30. Juli 92.
		28. August 93.
Tümpel am Grubenpass	2200	29. August 93.
Garschinasee	2189	1. August 90.
		10. August 91.
		4. August 92.

Aeltere Larven von Triton alpestris.

Aeussere Kiemen; Körperlänge 20—40 mm.

Lokalität	Meereshöhe m	Datum
Tümpel bei Partnun	1930	10. August 91.
		2. Oktober 91.
Garschinasee	2189	17. August 89.

Hier mögen sich die Angaben von Fatio und Zacharias anschliessen. Ersterer fand im Juli im Oberengadin Tritonenlarven mit äusseren Kiemen. Die Tiere massen 55 mm. Der letztgenannte Autor beobachtete im grossen Teich des Riesengebirgs, 1218 m, Ende August und Anfangs September kiementragende Individuen von *T. alpestris.* Dass der Alpensalamander in hochgelegenen Gewässern als Larve überwintert und so seine Metamorphose auf mehr als ein Jahr ausgedehnt wird, steht ausser Zweifel. Fatio sah in einem der Seen der St. Gotthardpasshöhe überwinterte Tritonenlarven von 60 mm Länge, noch mit Kiemenresten versehen. Ganz ähnliche, noch etwas grössere Tiere, die dem Abschluss der Metamorphose nahe waren, traf ich am 7. August 1891 im Garschinasee, 2189 m. Neben dieser Brut, die nur dem letzten Jahr, 1890, entstammen konnte, lebten ganz jugendliche Individuen, die erst vor wenigen Tagen das Ei verlassen hatten. Am 2. Oktober 1891 fanden sich in einem Tümpel bei Partnun, 1930 m, noch Tritonenlarven von 25—30 mm Länge. Es darf als ziemlich sicher angenommen werden, dass auch sie im Spätherbst desselben Jahres das Festland nicht mehr betreten konnten.

In den Böhmerwaldseen scheinen, nach Frič und Vávra, Larven von *T. alpestris* ebenfalls zu überwintern.

Ueber den genaueren Gang der Metamorphose von *Triton alpestris* im Gebiet der Hochalpen mögen die folgenden Angaben und aus zahlreichen Messungen abgeleiteten Mittelzahlen unterrichten.

Digitized by Google

Metamorphose von Triton alpestris im Tümpel bei Partnun, 1930 m.

Datum	Entwicklungszustand	Totallänge des Tiers mm	Totallänge entspr. entwickelter Larven in der Ebene (Fatio). mm
29. Juli 92 . .	Eiablage.		
1.—8. August 92	Ganz junge Larven. Vordere Extrem. sehr schwach, hintere fehlen.	9—14	
10. August 91 .	Vordere Extrem. gut entwickelt, hintere in Ausbildung begriffen.	14—25	
28. August 93 .	Beide Extremitätenpaare entwickelt. Kiemen schön.	18—25	**38 mm 15. Juli.**
2. Oktober 91 .	Extremitäten kräftig entwickelt; Kiemen in Rückbildung.	25—38	**48 mm 6. August.**
7. August 91 . Garschina.	Ueberwinterte Larven mit Kiemenresten.	58—62	

Leider ist es mir nicht gelungen, De Filippis interessante Entdeckung vom Vorkommen geschlechtsreifer, noch kiementragender Tritonenlarven in Hochgebirgsseen zu bestätigen. De Filippis Beobachtungen beziehen sich auf ein kleines Wasserbecken im Formazzathal.

Auch zur Entscheidung von Fatios Hypothese, dass *Triton alpestris* sich in den Alpen unter Umständen vivipar oder ovovivipar auf dem Festland fortpflanze und das Wasser nicht aufsuche, konnte ich keine neuen Thatsachen beibringen. Immerhin traf ich, wie der Genfer Forscher, bei Partnun schon im Juli kleine Tritonen fern von jedem Wasser, meist in Gemeinschaft mit einigen älteren Tieren.

Ueber die Neigung von *T. alpestris* im Hochgebirge Varietäten zu bilden und über die Richtung der diesbezüglichen Differenzierung hat Fatio ausführlich berichtet. Ich verweise auf die treffliche Darstellung des Genfer Zoologen, von dem wir auch erfahren, dass *T. alpestris* in den Alpen erst im dritten Jahr die Merkmale des erwachsenen Tiers erwirbt.

Aus allem geht hervor, dass die Anuren, und besonders *Rana fusca*, die Eiablage und die Metamorphose im Hochgebirge verlegen, ohne indessen die Dauer des Wasserlebens im Vergleich zu den für die Ebene geltenden Verhältnissen zu verlängern oder zu verkürzen.

Anders die Urodelen, von denen einzig *Triton alpestris* die Gewässer der Hochgebirge bewohnt. *T. alpestris* begnügt sich nicht damit, seine Fortpflanzungszeit entsprechend der Höhenlage zu verschieben; er verkürzt oder dehnt gleichzeitig die Dauer seiner Metamorphose in äusserst weiten Grenzen. So folgt er biologisch den Bedingungen seiner alpinen Heimat. Die Dehnung des Wasserlebens führt endlich zur Ueberwinterung

Digitized by Google

und, im letzten Extrem, zur Fortpflanzungsfähigkeit der kiementragenden Larven. *Rana fusca* verhilft die Kürze, *Triton alpestris* die Länge der Metamorphose zur Einbürgerung in den Hochalpen. Mit biologisch diametral entgegengesetzten Mitteln erreichen systematisch sich nahestehende Tierformen dasselbe Ziel.

Der verschieden grossen biologischen Schmiegsamkeit von *Rana fusca* und *Triton alpestris* entspricht auch ein verschiedener Grad morphologischer Anpassungsfähigkeit. Während der braune Frosch rein alpine Formen kaum ausbildet, erzeugt der Alpentriton im Hochgebirge ausgesprochene, durch Färbung und Masse ausgezeichnete Varietäten. Von *R. fusca* lebt in den Alpen allerdings hauptsächlich die Varietät *obtusirostris* Fatio, doch fehlt dieselbe auch in der Ebene nicht; sie charakterisiert also die alpine Fauna nicht.

Digitized by Google

III. Allgemeine Kapitel.

1. Die Litoralfauna der Hochgebirgsseen.

Rascher zeitlicher und örtlicher Wechsel der äusseren Bedingungen charakterisiert im allgemeinen die Uferzone stehender Gewässer. Die Temperatur des Uferwassers folgt schneller der Lufttemperatur, als der Wärmegrad des Wassers der freien Fläche, oder gar der Seetiefe. Die litoralen Temperaturschwankungen bewegen sich daher in weiten Grenzen. Starker Wellenschlag, der rasch vollkommener Wasserruhe weicht, regelmässig oder unregelmässig sich einstellende Schwankungen des Wasserniveaus, verschiedener und oft rasch wechselnder Reichtum des Wassers an suspendierten mineralischen und organischen Partikeln geben der Litoralzone den Charakter der Mannigfaltigkeit. Dazu kommt die Verschiedenheit chemischer Natur, der ausgiebig wechselnde Gehalt an gelösten Gasen und Salzen, der selbst wieder durch die Verschiedenheit der Zuflüsse und die nach Ort und Zeit schwankende Entwicklung der Litoralflora bedingt wird.

Endlich fügt sich bei die sehr verschiedene Gliederung der Ufer selbst und die sehr wechselnde Beschaffenheit des Untergrunds, vom steil abstürzenden Fels bis zum Geröll und zum feinen und seichten Schlamm. Den mannigfaltigen äusseren Bedingungen entsprechend, gestaltet sich auch die Tier- und Pflanzenwelt des Ufers nach Ort und Zeit mannigfaltig und wechselnd. In der Regel entwickelt sich die litorale Lebewelt reich. Die Pflanzen finden am Ufer im allgemeinen günstige Existenzbedingungen; ihre reiche Entfaltung erschliesst den Tieren Quellen von Nahrung und Sauerstoff und gewährt ihnen ausserdem Schutz und Fixation. So ruft der Reichtum der Flora einer entsprechend reichen Fauna. Seligo schätzt den Tierreichtum des süssen Wassers auf etwa 2000 Arten, von denen er die grosse Mehrzahl dem Ufer zuschreibt.

Im Hochgebirge rücken die Extreme litoraler Bedingungen noch bedeutend weiter auseinander, als in Gewässern der Ebene. Auf der einen Seite steht der überhitzte, sonnige Tümpel, mit schlammigem oder sandigem Untergrund, dessen Vegetation oft noch relativ reich sein kann, auf der anderen der eisige, vegetationslose Gletschersee, dessen Ufer Firnwände bilden, oder das schattige, in Felsen eingesenkte, pflanzenarme Geröll- und Schuttbecken. Sehr häufig zeichnet sich das Litoral hochalpiner

Digitized by Google

Seen durch folgende Eigenschaften aus: schwankende Temperatur, mässiger Wellenschlag, starke periodische Veränderungen des Wasserspiegels, geringe Entwicklung der Flora, Untergrund aus grobem Geröll, oder aus Blöcken zusammengesetzt. Oft verhindern auf weite Strecken steile Fels- oder Eisufer jede tierische Ansiedlung; ihnen folgen kiesige oder sandige Uferstrecken, die bessere Lebensbedingungen gewähren.

Dem bunten Wechsel äusserer Verhältnisse entspricht im Hochalpensee eine von Becken zu Becken und oft von Seestelle zu Seestelle bunt wechselnde, litorale Tiergesellschaft. In manchen vegetationsreichen und warmen Wasseransammlungen des Hochgebirges lässt sich eine Verarmung der Ufer gegenüber der Ebene kaum feststellen; kalte Fels- und Eisseen dagegen bleiben tierlos. Im allgemeinen aber steht doch die Artenzahl, wenn auch nicht die Individuenmenge, uferbewohnender Tiere in den Hochalpen hinter der Ebene zurück.

Am Ufer der Hochgebirgsseen, mit seinen in rascher Folge ausgiebig wechselnden Bedingungen, stellen sich in besonders grosser Zahl resistente, allen extremen Verhältnissen trotzende Kosmopoliten, die auch den Gewässern der Ebene angehören, ein. Daneben fehlt allerdings auch das glacial-stenotherme Element nicht. Entsprechend den von Ort zu Ort so sehr abweichenden Verhältnissen der Uferbeschaffenheit, des Untergrundes, des Pflanzenreichtums, der Wassertemperatur und der Niveaubewegungen treten die einzelnen Litoralarten von Alpensee zu Alpensee in sehr verschiedener Zahl, sehr verschiedener Individuenmenge und besonders in sehr verschiedener Gruppierung auf. So entstehen in engem Raum von Becken zu Becken die allergrössten Differenzen in Bezug auf Reichtum und Zusammensetzung der litoralen Fauna. Jedes Becken wird von einer Tiergesellschaft bewohnt, der es speziell zusagende Lebensbedingungen zu bieten vermag und erhält so auch faunistisch einen charakteristischen Anstrich. Gewisse, besonders resistente Litoraltiere finden allerdings ihr Fortkommen in fast allen Seen verschiedenster Bedingungen. Sie bilden den kosmopolitischen Grundstock der Fauna, dem sich von Ort zu Ort mehr lokale Elemente beifügen.

In dem Kapitel über Plankton und Tiefenfauna der Hochalpenseen soll gezeigt werden, dass die Uferfauna ohne bestimmte Grenzen in die Bevölkerung der freien Fläche und der grösseren Tiefe übergeht, dass die Elemente aller drei Regionen sich im Gebirge in ausgiebigster Weise vermischen.

In auffallendem Masse prägt sich, wie bereits betont wurde, in der Ufertierwelt der Hochgebirgsseen ein Charakterzug aus: der starke Wechsel im Reichtum von Arten und Individuen und die sehr verschiedene faunistische Zusammensetzung der Litoralbevölkerung an selbst unmittelbar benachbarten Lokalitäten. Die faunistischen Abweichungen von Ort zu Ort gestalten sich im Hochgebirge extremer als in der Ebene, da ja auch die äusseren Verhältnisse der Seen in weiteren Grenzen voneinander abweichen. Zudem vollzieht sich der Wechsel in engbegrenzten Gebieten für die Litoralfauna viel ausgiebiger und vollständiger, als für das Plankton. Diese Thatsache findet ihre befriedigende

Digitized by Google

Erklärung leicht darin, dass auch die Lebensbedingungen des Ufers von Ort zu Ort viel wechselreicher sind, als diejenigen der offenen Fläche.

Einige Beispiele mögen zeigen, in welchen Grenzen die faunistischen Schwankungen am Litoral von Hochgebirgsseen sich bewegen können.

Heuscher untersuchte genau die auf engem Raum vereinigten fünf Hochgebirgsseen der Grauen Hörner bei Ragaz, 1902—2436 m. Ihre formenarme Tierwelt umschliesst in für die Gewässer der Hochalpen typischer Weise neben zahlreichen resistenten Kosmopoliten eine Reihe stenotherm-glacialer Tiere. Die Uferfauna des am tiefsten liegenden Beckens, des Viltersersees, 1902 m, charakterisiert sich einzig durch eine Menge von *Chironomus*-Larven, einige Infusorien und Nematoden, sowie *Rana fusca.* Reicher belebt ist das Litoral des nächst höheren Wangsersees, 2200 m, der vom Viltersersee nur 1,2 Kilometer entfernt liegt. Hier tummeln sich Heere verschiedener Wasserkäfer. Daneben beherbergt der Wangsersee litoral viele und verschiedenartige Protozoen, *Cypris punctata, Chydorus sphaericus, Salpina brevispina, Limnaea truncatula.* Eine relativ reiche Wasserflora und die jedem Tierimport geöffnete Lage fördern das Insektenleben. Faunistisch arm dagegen bleibt der 2436 m hoch gelegene Wildsee. Ihn übertreffen durch blühendes Litoralleben bedeutend die beiden letzten Wasserbehälter, der Schottensee und der Schwarzsee, 2342 m und 2381 m. Sie zeichnen sich aus durch den reichen Besitz von Clepsinen, Planarien, Phryganiden und Gammariden. Eine ähnliche faunistische Differenz weisen die Ufer von zwei tiefer gelegenen Wasserbecken am Mürtschenstock auf. Der pflanzenreiche Thalalpsee, 1105 m, wird bewohnt von Hydrometren und Notonecten, auf seinem Grund wohnen Larven von Libellen und von *Sialis*; in den Characeenwäldern leben zahlreiche Hydrachniden, Tardigraden, Ostracoden, Rotiferen, Infusorien und Dipterenlarven.

Dagegen bleibt die Litoralfauna im Spanneggsee, 1458 m, dessen von Steinschlag getroffene Ufer sich für Pflanzenwuchs nicht eignen, sehr armselig. Tiere, deren Entwicklung länger dauert, können sich dort nicht halten. Aspers und Heuschers Ausbeute bestund am Spanneggsee nur aus Mückenlarven. Die Reihe der Beispiele von verschiedener Gestaltung der Litoralfauna von Gebirgsseen unter dem Einfluss verschiedener äusserer Bedingungen könnte nach den Forschungen der beiden eben genannten Zoologen noch bedeutend vermehrt werden. Zu nennen wären in dieser Beziehung etwa noch die Seen des Säntisgebiets, die drei Seewenalpseen, 1621—1624 m, und die drei Murgseen, 1673—1825 m. Der oberste Murgsee stimmt in Bezug auf Uferbevölkerung mit dem mittleren ziemlich überein, doch bleibt die Insektenvertretung etwas zurück. Gemeinsam sind beiden Becken Pisidien, Amphipoden, Turbellarien, Nemertinen und viel Rotatorien, Protozoen und Entomostraken.

Aus Fuhrmanns Arbeit über die Seen des südlichen Gotthardgebiets lassen sich ähnliche, die Verteilung der Litoralfauna betreffende Verhältnisse herauslesen. Die artenreichste Ufertierwelt beherbergt der Ritomsee, 1829 m, trotzdem das Ge-

Digitized by Google

stade an manchen Stellen senkrecht zur Tiefe abstürzt. Sieben Arten Rhizopoden, viele Rotatorien, Entomostraken und Turbellarien, unter den letzteren besonders *Mesostoma lingua* und *Planaria alpina* beleben das Ufer. Dazu gesellen sich in grosser Zahl *Hydra*, *Cristatella* und *Limnaea auricularia*. Litoral reich ist auch die Fauna des Lago di Cadagno, 1921 m, sehr reich diejenige des warmen und von Pflanzen durchwachsenen Lago Tom, 2023 m. Den Gegensatz bildet der kalte, von Lawinentrümmern erfüllte See von Poncione negri, 2353 m. Seine Litoralfauna bestund aus wenigen resistenten Kosmopoliten und einigen stenotherm-glacialen Tieren. (*Difflugia constricta*, *Planaria alpina*, *Chydorus sphaericus*, *Cyclops strenuus*, *Cypris* spec. und *Helophorus glacialis*). Arm bleibt auch der felsige See vom Pizzo dell'uomo, 2305 m, während das Becken am Pizzo delle Columbe sich wenigstens durch Reichtum an Individuen auszeichnet, 2375 m.

Bei 2456 m liegt an der Punta nera ein an litoralen Rhizopoden, Turbellarien, Rotatorien und Entomostraken sehr reiches Becken. Auch *Saemuris variegata* lebt dort. In den Seen am Pizzo Tenelin und dem von Lisera, 2293 und 2353 m, verhindert starke Strömung und tiefe Temperatur die ausgiebige Entfaltung einer Ufertierwelt; dagegen beleben sich die Ufer sehr reich, besonders auch mit Insekten, im Wasserbehälter am Passo dell'uomo, 2312 m. Auch der höchste besuchte See, der Lago Cadlimo, 2513 m, war litoral reich.

Als sehr ergiebige Fundgruben für litorale Tiere muss Fuhrmann natürlich die seichten und warmen Sümpfe seines Exkursionsgebiets bezeichnen. Doch weichen auch sie nicht unbeträchtlich faunistisch von einander ab. Die Sümpfe bei Ritom, 1844 m, charakterisieren sich durch grossen Reichtum an Entomostraken; unter ihnen fehlen sogar die in den Alpen sonst seltenen Genera *Ceriodaphnia* und *Scapholeberis* nicht. Auch *Diaptomus denticornis* wird dort zum Sumpfbewohner. Rhynchoten, Käfer, Protozoen sind vorhanden, dagegen keine Turbellarien, Rotatorien und Cyclopiden. Die Sümpfe von Piora, 2106 m, zählen 21 Arten von Bewohnern, darunter Rotatorien, Cladoceren, Turbellarien, Difflugien, Tardigraden, Insektenlarven, aber auch *Cyclops strenuus*, *Canthocamptus unisetiger* und *Peridinium tabulatum*. Im reich belebten Sumpf vom Piano dei porci finden sich hauptsächlich Rhizopoden, Turbellarien, Clepsinen, Oligochaeten, Entomostraken, Wasserkäfer und Wasserwanzen.

Bretscher fiel die Armut des Tannalpsees auf der Frutt an tierischen Bewohnern auf. Er ist geneigt, dies durch den Charakter des Gewässers, das als Torftümpel gelten kann, zu erklären.

Ein letztes Beispiel mögen die drei Seen der Sulzfluh bieten, von denen jeder seinen speciellen Charakter in der Litoralfauna zum Ausdruck bringt.

Das seichte und warme Becken von Garschina stellt sich dabei am selbständigsten und am günstigsten. Sein flacher und sonniger Ufersaum durchwärmt sich umso rascher und ausgiebiger, als der Zufluss von Schmelzwasser nur ein relativ geringer ist. Von

Digitized by Google

Stein- und Lawinenschlägen bleibt der See verschont. Seine Ufer tragen die reiche Flora der Alpweiden; im Wasser breiten sich grüne Algenteppiche aus, den Tieren Wohnung, Nahrung und Sauerstoff liefernd. Schlammbewohnern stehen weite, sandige Uferstrecken zur Verfügung; da und dort ausgestreute Schieferplatten überdecken zahlreiche Clepsinen, Planarien und Insektenlarven. Den Phryganiden bietet sich zum Gehäusebau tierisches und pflanzliches Material. Endlich erleichtert die offene Lage des Garschinasees aktiven und passiven Tierimport.

So finden sich in Garschina eine Reihe von Faktoren zur reichen Entfaltung der litoralen Tierwelt zusammen. Der hochgelegene Alpenteich beherbergt auch eine eigentliche Teichfauna, die von derjenigen des Felsensees von Partnun wesentlich abweicht. Sie kennzeichnet sich durch reiche Arten- und besonders Individuenvertretung; speciell zahlreich stellen sich die Insekten aller aquatilen Ordnungen ein. Daneben herrschen teichbewohnende Amöben, Hirudineen und Amphipoden. Der schlammige Untergrund lädt Nematoden und Oligochaeten, der Algenteppich manche Turbellarien zur Besiedelung ein. Dagegen fehlen Fixationspunkte für Hydren und Bryozoen.

Auch der See von Partnun bietet tierischem Leben mannigfaltige Bedingungen, wenn auch seine schattige Lage, seine tiefe Temperatur, die spärliche Bewachsung der Ufer, das Fehlen ausgedehnterer kiesiger und sandiger Uferstrecken manchen Organismus ausschliesst. Der kleinere, nördliche, von Algen und Wasserranunkeln überreich durchwucherte Abschnitt des Sees bietet einer ziemlich mannigfaltigen Tiergesellschaft erwünschte Heimat. Viel spärlicher belebt ist das Ufer des grossen, südlichen Seeteils. In seinem Gerölle und unter seinen Steinblöcken sind nur vereinzelte Würmer und Insektenlarven zu Hause und erst auf dem sandigen Untergrund des Südendes, dem der Schanielenbach entströmt, tummeln sich ziemlich zahlreiche Entomostraken und Wassermilben.

Der offener liegende Tilisunasee durchwärmt sich rascher und vollständiger, als das Becken von Partnun, mit dem er übrigens in Bezug auf äussere Bedingungen wie auf Fauna manche Verwandtschaft zeigt. Characeenwälder beherbergen zahlreiche Anneliden und *Chironomus*-Larven. Im übrigen erlaubt die einförmige Zusammensetzung der Uferzone aus Geröll auch nur die Entwicklung einer monotonen, an Arten armen, an Individuen ziemlich reichen Uferbevölkerung. In ihr dominieren die sessilen Bryozoen; dagegen treten die Mollusken im Becken des Urgebirgs stark zurück.

Aus allen zusammengestellten Beispielen ergab sich, dass sich die Uferfauna nach Arten und Individuen am reichsten entfaltet in warmen, seichten, pflanzenreichen Seebecken des Hochgebirgs, die offen liegen und sandig-kiesigen Untergrund besitzen. Spärlich dagegen bleibt die litorale Tierwelt in abgeschlossenen, kalten und öden Fels- und Eisbecken der Hochalpen.

Ganz ähnliche Verhältnisse stellten von Daday und Wierzejski für die Uferbevölkerung der Tátraseen fest. Auch dort entwickelte sich die vorzüglich aus Kosmopoliten der Ebene zusammengesetzte Tierwelt am reichsten an schlammigen, von modernden

Digitized by Google

Pflanzenresten bedeckten Ufern. Eine scharfe Grenze zwischen Plankton, Litoralbevölkerung und Tiefenfauna liess sich auch in der Tátra nicht ziehen.

Einen entscheidenden Einfluss auf die Zusammensetzung und Verteilung der litoralen Tierwelt von Hochgebirgsseen übt die oft so bedeutende Schwankung des Wasserspiegels aus, die in regelmässigen oder unregelmässigen Intervallen eintritt. Die diesbezüglichen Verhältnisse sind in einem früheren Kapitel für den Lünersee an der Scesaplana geschildert worden. Es erübrigt nun noch, sich die Folgen jener Oscillationen auf die Tierwelt des Ufers zu vergegenwärtigen.

Trotz ihrer reichen Gliederung erwies sich die Uferregion des Lünersees, 1943 m, als nur sehr schwach belebt. Häufig kriecht unter dem Geröll nur *Planaria alpina* Dana. Auch sie fehlt an manchen Stellen. Zu den Planarien gesellen sich sehr seltene Exemplare von *L. truncatula* Müll. und *L. ventricosa* Moq. Tand., vereinzelte Perliden- und Ephemeridenlarven und häufiger *Cottus gobio* L. Damit ist der faunistische Reichtum des Litorals für den Lünersee bereits erschöpft. Es fehlen am Ufer alle sessilen und schwach beweglichen Tiere, wie Hydren, Bryozoen, Pisidien, Nematoden, Oligochaeten. Nur da, wo der grosse, südöstliche Quellbach dem See immer neue Zufuhr von Tieren bringt, entwickelt sich regeres Leben. Besonders steigert sich dort die Zahl der Arten und Individuen von Insektenlarven. Nur im Südostwinkel des Sees findet also die litorale Insektenwelt nennenswerte Vertretung. Der Bach, der sich an jener Stelle in das Seebecken ergiesst, führt nur feines Geschiebe und Sand; er durchströmt zudem die grünende und blühende Lüneralp. So bietet er Insekten und ihren Larven günstige Nahrungs- und Wohnungsbedingungen; die Bachbewohner verbreiten sich in die anliegenden Teile des Sees. Die übrigen Zuflüsse aber rollen grosse Mengen schweren und groben Gerölls von vegetationsarmen Schutthalden dem See zu. Ihre Fauna bleibt eine spärliche.

Mit der Armut des Ufers kontrastiert scharf der faunistische Reichtum einer etwas tieferen Wasserschicht, die den Niveauschwankungen des Wasserspiegels nicht mehr unterliegt. Dort leben zahlreiche Tierformen, die sonst unmittelbar am Ufer wohnen. Die belebte Schicht mag sich von der Linie des tiefsten Wasserstands aus etwa 20 m vertikal nach unten erstrecken. *Plumatella repens*, die in Tilisuna am Ufer gesammelt werden kann, erscheint im Lünersee erst in sublitoraler Tiefe. Dort stellt sich auch in Menge die prächtig rote *Hydra fusca* L. ein. Tiefer hinabgezogen sind im Lünersee auch *Limnaea truncatula*, Pisidien, Nematoden, Oligochaeten und Hydrachniden. Pisidien konnte ich nur einmal in Menge am Ufer des Lünersees auflesen, im Juni 1895, als das Wasser seinen tiefsten Stand erreicht hatte.

Die Armut der litoralen Tierwelt des Lünersees erklärt sich einfach durch die umfangreichen und relativ rasch sich vollziehenden Schwankungen des Seespiegels, welche die Uferbevölkerung fortwährend mit Austrocknung bedrohen. Schwach bewegliche oder sessile Tiere finden daher am Ufer keine Wohnstätte. Die litorale Fauna ist sublitoral geworden; sie hat sich vor den Niveauschwankungen nach unten geflüchtet.

Digitized by Google

Ganz analoge Verhältnisse beherrschen die litorale Tierwelt des an der schweizerisch-französischen Grenze gelegenen Jurasees, Lac des Brenets, 754 m, dessen Wasserstand ungemein häufigen und ausgiebigen Schwankungen unterliegt. Seine litorale Fauna ist relativ sehr arm. Wenig bewegliche oder sessile Tiere gehen ihr fast ganz ab. Erst in grösserer, den Wasserschwankungen entrückter Tiefe stellen sich dieselben ein. Die eigentliche Uferbevölkerung setzt sich nur aus Tieren zusammen, die den Oscillationen des Seespiegels in irgend einer Weise zu trotzen vermögen, sei es durch aktive Beweglickeit, sei es durch Bildung von Dauerstadien oder durch Austrocknungsfähigkeit, sei es endlich durch amphibische Lebensweise, die ihnen erlaubt, sich ohne Schaden eine Zeit lang der Luft auszusetzen.

2. Die Tiefenfauna der Hochgebirgsseen.

Die meisten Autoren neigen sich zu der Ansicht, dass eine eigentliche Tiefseefauna in den Hochgebirgsgewässern nicht lebe, oder doch nur sehr spärlich vertreten sei. Ohne weiteres muss zugestanden werden, dass die Mehrzahl der hochalpinen Seen zu seicht ist, um auf ihrem Grunde eigentliche Tiefseetiere zu beherbergen. Die betreffenden Wasserbehälter überschreiten kaum einige Meter Tiefe und erreichen selbst die bescheidenen Masse nicht, welche nach Forel und Duplessis die obere Grenze der Tiefenregion eines Süsswassersees bezeichnen.

Aber auch in tieferen Gebirgsbecken soll der Grund tierleer bleiben. So fand Asper im Lago Ritom bei 55 m Tiefe keine Spur tierischer Organismen. Imhof bemerkt, dass nur in wenigen hochgelegenen Alpenseen von einer Tiefseefauna gesprochen werden dürfe; ihm pflichten Asper und Heuscher bei. Frič und Vávra verfolgten im Schwarzen See und Teufelsee des Böhmerwaldes *Monotus lacustris* bis zu 25 m Tiefe; noch tiefer erwiesen sich die untersuchten Wasserbecken als beinahe tot. Nur noch Protozoen und *Cyclocypris laevis* stiegen weiter hinab.

Und doch darf heute mit Sicherheit der Satz ausgesprochen werden, dass auch die tieferen Gründe hochalpiner Seen einer reichen Tierwelt zur Heimat dienen. So muss selbst Asper zugestehen, dass der Silser- und Silvaplanersee eine, wenn auch einförmige, so doch individuenreiche Tiefenfauna umschliessen. Drei Elemente, Anneliden, Fredericellen und Pisidien, treten in ihr gebietend in den Vordergrund, während Hydrachniden, Planarien, Ostracoden und manche andere fehlen sollen. Aus dem 20,7 m tiefen Csorbersee der hohen Tátra zählt v. Daday nicht weniger als 19 „Grundbewohner" auf, von denen indessen nur einer, *Hyalosphenia tincta*, der Tiefe ausschliesslich angehört. Alle 18 übrigen kehren auch am Ufer, oder sogar, wie *Euchlanis dilatata* und *Alona affinis*, im Plankton wieder. Die Tiefenfauna des Lago di Cavazzo in den Alpen Friauls charakterisiert, nach Lorenzi, eine neue Ostracode *Cypria cabatina.*

Imhofs Aufzeichnungen lassen leider nicht deutlich erkennen, in welchen Tiefen die von ihm der profunden Fauna zugerechneten Tiere erbeutet wurden. Er spricht

Digitized by Google

von Tiefenbewohnern in den ganz seichten Becken von Cavloccio und Sgrischus und giebt Verzeichnisse über die Tiefseefauna der grösseren und tieferen Wasserbecken des Oberengadins, der Seen von St. Moritz, Campfèr, Silvaplana und Sils. In diesen Tabellen figurieren folgende Tiere:

Difflugia pyriformis Perty.
D. globulosa Duj.
Cyphoderia ampulla Ehrbg.
Trinema enchelys Ehrbg.
Actinosphaerium eichhornii Ehrbg.
Acanthocystis turfacea Carter.
Monas guttula Ehrbg.
Astasia spec.
Vorticella spec.
Opercularia nutans Ehrbg.
Spongilla spec.
Hydra rhaetica Asp.
Mesostomum rostratum O. Schm.
Notommata tigris Ehrbg.
Philodina aculeata Ehrbg.
Ichthydium maximum Ehrbg.
Canthocamptus spec.
Simocephalus vetulus O. F. M.
Eurycercus lamellatus O. F. M.
Macrothrix hirsuticornis Norm.
Alona affinis Leyd.
Pisidium fragillimum Cless.
P. urinator Cless.

Dazu gesellen sich noch nicht näher bezeichnete Nematoden und Ostracoden. Ueber die Tiefe, in welcher die einzelnen Species erbeutet wurden, wird nichts gesagt. Es steht so dahin, ob die betreffenden Tiere noch in der litoralen, oder schon in der profunden Region hausten. Damit büsst auch die Zusammenstellung den grössten Teil ihres Werts ein. Die Tabelle umfasst übrigens, mit Ausnahme etwa der beiden Pisidien, nur Tierformen, die im Gebirge wie in der Ebene auch der Litoralfauna angehören. Genaueren Aufschluss über die Bewohner der grösseren Tiefen stehender Gewässer der Hochalpen geben meine Untersuchungen im Rhätikon und besonders am Lünersee, dessen Grund bei normalem Wasserstand mehr als hundert Meter unter dem Spiegel liegt. Aus einer Tiefe von 70 bis 100 m brachte die kleine Dredge folgende Tiere zurück:

Difflugia pyriformis Perty.
D. acuminata Ehrbg.
Mesostoma viridatum M. Sch.
Automolus morgiensis Dupl.
Trilobus gracilis Bütschli.
Monhystera stagnalis Bast.
Dorylaimus stagnalis Duj.
Mononchus truncatus Bast.
Euchlanis dilatata Ehrbg.
E. triquetra Ehrbg.
Eosphaera digitata Ehrbg.
Lumbriculus variegatus O. F. M.
Tubifex rivulorum Lam.
Embolocephalus velutinus Gr.
Phreoryctes gordioides Hartm.
Macrothrix hirsuticornis Norm.
Alona rostrata Koch.
Chydorus sphaericus O. F. M.
Candona candida O. F. M.
Cypria ophthalmica Jurine.
Cyclocypris laevis O. F. M.
Macrobiotus macronyx Duj.
Lebertia tau-insignita Lebert.
Chironomus spec.
Pisidium foreli Cless.
P. nitidum Jenyns.

Digitized by Google

Die wenigen Notizen genügen, um die grosse Tiefe des Lünersees als reich belebt erscheinen zu lassen. Einige Arten treten an denjenigen Stellen des Seegrunds, die sich aus feinem gelbem Schlamm und nicht aus grobem Geröll zusammensetzen, auch in recht bedeutender Individuenzahl auf. Das gilt vornehmlich für Hydrachniden, Pisidien und Larven von *Chironomus*. So erscheint der Schluss berechtigt, dass die tieferen Hochalpenseen eine an Arten und Individuen reiche profunde Fauna beherbergen können. Dieselbe setzt sich zum allergrössten Teil aus Gestalten zusammen, welche in der Ebene und im Gebirge am Ufer weite Verbreitung geniessen. Dazu gesellen sich Tierspecies, welche in den grossen subalpinen Seen des Alpenfusses fast ausschliesslich auf die Tiefe beschränkt bleiben. Hieher zählen im Lünersee *Automolus morgiensis, Embolocephalus velutinus, Lebertia tau-insignita* und *Pisidium foreli*.

So besteht die Tiefenfauna der Hochgebirgsseen im allgemeinen aus ähnlichen Elementen, wie diejenige der grossen Wasserbecken der Ebene nach den Studien von Forel und Duplessis. Ein wichtiger Unterschied der profunden Tierwelt beider Lokalitäten liegt aber darin, dass in den Hochalpen die Tiefenfauna sich in keiner Weise von der Bevölkerung des Ufers unterscheidet. Die litoralen Tiere steigen, mit Ausschluss der reinen Luftatmer, zum grössten Teil auch in die bedeutendsten Seetiefen hinab, und die Tiefenbewohner erheben sich, im Gegensatz zu den für die Ebene gültigen Verhältnissen, bis an das Ufer. Auf die grosse Wichtigkeit dieser letzteren Thatsache soll in einem besonderen Abschnitt hingewiesen werden.

So wird im Hochalpensee die Grenze zwischen litoraler und profunder Tierwelt noch vollständiger verwischt, als der Unterschied zwischen Plankton und Uferfauna. Gewisse Tiere, *Euchlanis dilatata, Alona affinis, Chydorus sphaericus*, beleben sogar gleichzeitig Tiefe, Oberfläche und Ufer des Hochalpenbeckens.

Schon Imhof fiel die Verwischung der den drei faunistischen Regionen gezogenen Grenzen in Gewässern des Gebirgs auf. Auch Asper und Heuscher fanden auf dem Grund des Alpensees keine Tierform, die nicht zugleich litoral vorkam. Ebenso konnten Wierzejski und von Daday in den Seen der Hohen Tátra keinen ausgeprägten Gegensatz zwischen pelagischer, litoraler und profunder Tierwelt entdecken.

Auch in grösseren und tieferen Hochgebirgsseen hat eine deutliche Trennung von Fauna des Ufers, des Grunds und der Fläche einstweilen nicht stattgefunden. Eine teilweise Erklärung dieses Faktums werden wir in den glacialen Verhältnissen der betreffenden Seen finden. Die Eiszeitbedingungen werden uns die Vermischung der Ufer- und Tiefenfauna begreiflich machen. Dagegen dürften bei der Vermengung pelagischer und litoraler Elemente gleichzeitig die beschränkten Dimensionen auch der grössten Gebirgsseen entscheidend mitwirken.

Digitized by Google

3. Tiefseetiere als Uferbewohner der Hochgebirgsseen.

An verschiedenen Stellen wurde ausgeführt, dass Tiefenbewohner der grossen Seen des Flachlands am Ufer hochgelegener Gebirgsseen ihr Dasein fristen.

So sammelten wir in der litoralen Zone der Rhätikongewässer und zum Teil der Seebecken des St. Bernhardgebiets, häufig:

Centropyxis aculeata Stein.
Pisidium foreli Cless.
P. fossarinum Cless. und
P. nitidum Jenyns, beide mit ausgesprochenem Tiefseetypus.
Saenuris velutina Grube.
Bythonomus lemani Gr.
Lebertia tau-insignita Lebert.
Automolus morgiensis Dupl.

Das Tiefseepisidium *P. foreli* fand auch Imhof im Lej Sgrischus, 2640 m, *Automolus morgiensis* Fuhrmann im See von Punta nera, 2456 m. *Lebertia, Bythonomus* und *Automolus* beschränken sich übrigens in der Ebene nicht ausschliesslich auf die grosse Tiefe; doch ziehen sie dieselbe dem Litoral unbedingt vor.

Die auffallende faunistische Thatsache, dass niedere Süsswasserbewohner im Flachland in die grössten Tiefen hinabsteigen und sich gleichzeitig im Gebirge an das Ufer der höchstgelegenen Seen erheben, verlangt eine einheitliche Erklärung.

Nahe liegt der Gedanke, dass durch den Druck ähnlicher Lebensbedingungen an beiden weit entlegenen Lokalitäten sich ähnliche Tiergestalten konvergent entwickelten. Tiefseeschichten und Litoral der Alpenseen wären demgemäss Schöpfungscentren einer morphologisch übereinstimmenden Fauna. Eingehendere Prüfung ergiebt, dass gewisse äussere Verhältnisse beider Oertlichkeiten sich in der That analog gestalten. Tiefe Wärmegrade, ununterbrochene Wintertemperatur, charakterisiert den Hochalpensee, wie die profunden Schichten grosser Becken der Flachlands. Darauf wurde in den einleitenden Kapiteln hingewiesen. Die Wasserruhe des von Eis bedeckten Hochalpensees mag mit der Unbeweglichkeit der Tiefsee verglichen werden. Doch hört während des Alpensommers die absolute Ruhe des alpinen Wasserspiegels auf. Wind, Steinschlag, Lawinensturz sorgen für manchmal nicht unbeträchtliche Bewegung. Pflanzenarmut und Nahrungsmangel dürften, wie die tiefen Wasserschichten der Ebene, so auch das Litoral manchen öden Hochgebirgssees charakterisieren. Doch ist auch in dieser Beziehung die Analogie durchaus nicht durchgreifend.

Das Ufer manchen Alpenbeckens bietet seinen Bewohnern relativ reiche pflanzliche und tierische Kost, und doch leben dort zahlreiche Tiefseetiere. (Partnun).

Zwei Bedingungen aber zeichnen die Tiefsee geradezu aus und fehlen dem Ufer der Berggewässer völlig: der gewaltige Wasserdruck und der Lichtmangel. Sie geben

Digitized by Google

den Tiefseeschichten ihr physikalisches Gepräge und werden auch biologisch nicht ohne Einfluss bleiben.

Es scheint mir ausgeschlossen, dass unter so heterogenen Bedingungen an zwei weit auseinanderliegenden Lokalitäten durch Konvergenz polyphyletisch ähnliche Faunen entstanden seien.

Ein Lebensbedürfnis bleibt für die Tiefseetiere und die Bewohner des alpinen Litorals dasselbe, die kontinuierliche Winter- oder Glacialtemperatur. Und dass sie bei den uns beschäftigenden Verhältnissen ein sehr gewichtiges Wort mitspricht, erhellt aus der folgenden Thatsache. Tiefseetiere treten nur am Ufer der kältesten Alpenseen auf, oder erlangen doch nur dort eine nennenswerte Vertretung (Partnun, Tilisuna, Gafiensee, Lünersee), sie fehlen dem warmen, seichten Weiher und Tümpel ganz, oder fast ganz (Garschina und die zahlreichen Tümpel des Rhätikon). Ihr Gedeihen erfordert Tiefsee- oder Glacialtemperaturen.

Winter- oder Eiszeitbedingungen, die ausserdem heute noch der Seetiefe und dem alpinen Ufer angehören, beherrschen Leben und wohl auch Bau der uns interessierenden Geschöpfe. Es sind dieselben stenotherm-glacial.

Das legt den Gedanken nahe, die analogen Tiergestalten der Tiefsee und der Hochgebirgsbecken als die Trümmer einer zur Glacial- und auch noch Postglacialzeit weit verbreiteten Eiszeitfauna zu betrachten. Ihre Vorfahren bewohnten die Eistümpel und Schmelzwasserkanäle am Schlusse der letzten grossen Vergletscherung. Ob sie ursprünglich nordischer oder alpiner Herkunft waren, bleibt einstweilen gleichgültig. Manche dieser Tiere, wie besonders die Pisidien, sind Kümmerformen. Sie tragen deutlich den morphologischen Stempel des kalten, nahrungsarmen Schmelzwassers zur Schau.

Mit der allmäligen Veränderung des Klimas und der Steigerung der Wasserwärme schränkte sich der Verbreitungsbezirk der stenotherm-glacialen Geschöpfe immer mehr ein. Zuletzt hielten sich die Schmelzwassertiere nur noch an weit auseinanderliegenden, isolierten Punkten, wo glaciale Temperaturen heute noch herrschen. Sie folgten aktiv oder passiv dem zurückweichenden Gletscherrand bis in den Hochsee der Gebirge, dessen Wasser so oft die Eiswände bespült; oder sie sanken in die Tiefe der Seen der Ebene, wo ihrer ebenfalls eine Zufluchtsstätte mit glacialer Temperatur wartete. Den tiefen Hochalpensee aber bevölkern diese Reste der Glacialfauna in allen Schichten. So leben sie im Lünersee ebenso gut litoral, als in der Tiefe von 100 m. Einige der von uns betrachteten Tierarten, wie *Lebertia* und *Automolus*, konnten sich kümmerlich und zerstreut auch am Ufer des Ebenensees und in Weihern des Flachlands halten. Eine weitergehende Temperaturerhöhung würde diesen etwas weniger stenothermen Tieren wohl auch die Standorte im Litoral der Ebene entreissen und sie zu blossen Bewohnern der Hochgebirgsbecken und der Tiefsee machen. *Pisidium foreli* müsste uns ferner als die alte, heute hochalpin und profund gewordene Stammform, das mit ihm verwandte *P. nitidum* als neue Anpassungsform der Ebene erscheinen.

Digitized by Google

So deuten wir die analogen Tiergestalten der hochalpinen Uferzone und der Tiefseeschichten der Ebene als letzte Ueberreste einer einst weit ausgedehnten, unter dem Drucke glacialer Bedingungen entstandenen Fauna, nicht aber als die Produkte konvergenter Differenzierung, die sich an zahlreichen, weit auseinanderliegenden und heterogene Verhältnisse bietenden Lokalitäten gleichzeitig vollzogen hätte.

Forel betrachtet den tiefen Grund jedes Sees als eigenes Schöpfungscentrum. Dieser Titel besitzt in mancher Hinsicht seine volle Berechtigung. Es unterliegt keinem Zweifel, dass gewisse Einwanderer in die Tiefsee durch die dort herrschenden speziellen Bedingungen in mancherlei Beziehung umgebildet worden sind.

Daneben möchte ich die tiefen Schichten unserer Seen aber auch als Refugium alter, glacialer Tierformen aufgefasst wissen. Diese glacialen Zuwanderer, welche eine Quelle für die Bevölkerung tiefliegender Wasserschichten wurden, erlitten in der Tiefsee keine oder nur unbedeutende Veränderungen. Treten sie uns doch in derselben Gestalt an einer zweiten, ganz andere Bedingungen bietenden Zufluchtsstätte, dem Hochalpensee, entgegen. So verbreitet sich über die Entstehung und die Beziehungen der Tiefseefauna neues und unerwartetes Licht.

Als Refugien von Glacialrelikten aber haben wir drei verschiedene Lokalitäten kennen gelernt: die Tiefsee der Ebene, den raschfliessenden kalten Gebirgsbach und das Ufer des Hochalpensees.

In den milder werdenden Oberflächen-Gewässern des Tieflands starben die Glacialtiere entweder aus, oder sie mussten, wie das an *Cyclops strenuus* gezeigt wurde, die Zeit ihres Aufblühens und ihrer Fortpflanzung auf den Winter, d. h. die glaciale Periode des Jahres verlegen. Der Sommer wird von solchen stenothermen Relikten der Gletscherzeit latent überdauert.

Wenn Rütimeyer und Fischer-Sigwart das Gebirge als Rückzugsgebiet der höheren Tierwelt schildern, bedeuten die Hochalpen für die niedere Fauna nicht minder ein Refugium.

Wenn sich endlich die Bewohner der marinen Tiefsee gegen die Pole mehr und mehr in die Litoralzone erheben, so liegt in diesem Verhalten vielleicht ebenfalls eine Hindeutung auf ihren glacialen Ursprung.

Wahrscheinlich ist der grössere Teil der alten Glacialtiere, die heute in der Tiefsee der Ebene nnd am Ufer des Hochalpensees eine letzte Zuflucht gefunden haben, ursprünglich mit den heranrückenden Gletschern aus Norden her bei uns eingewandert. Die Pisidien jener beiden Lokalitäten sehen nordischen Vertretern des Genus *Pisidium*, wie *P. lovéni* sehr ähnlich. *Lebertia* weist, wie gezeigt wurde, ebenfalls nach Norden hin, und *Autonolus* haben wir als nordischen Einwanderer in die Schmelzgewässer der Glacialzeit betrachtet. So trägt nicht nur das Litoral des Hochgebirgs, sondern auch die Tiefseebevölkerung der subalpinen Seen einen nordischen Anstrich.

In jüngster Zeit gelangte Penard, gestützt auf seine Studien über die Tiefsee-

Digitized by Google

rhizopoden der Ebene, zu ähnlichen Schlüssen, ohne zu wissen, dass ich längst die Aehnlichkeit der Litoralfauna hochalpiner Seen und der Tierwelt der grossen Seetiefen erkannt und auf die Möglichkeit gemeinsamen, nordischen Ursprungs beider Faunen hingewiesen hatte. Dem Genfer Zoologen fiel es auf, dass die Tiefen sämtlicher subalpiner Seen dieselben charakteristischen Wurzelfüsser beherbergen, trotzdem die Bedingungen des äusseren Mediums in der Tiefe der einzelnen Seen sich durchaus nicht decken. Es scheint deshalb natürlich, jene Rhizopoden als letzte Repräsentanten von Arten anzusehen, welche die Gewässer zur Zeit des Gletscherrückzugs allgemein bevölkerten. Später stiegen sie, als das Oberflächenwasser sich mehr durchwärmte, auf den Grund der Seen hinab. Die Tiefseerhizopoden stehen somit mit den heutigen Bewohnern der Ebene in keinem genetischen Zusammenhang; sie sind die Nachkommen einer in den flachen Gewässern verschwundenen Fauna. Ein nordischer Ursprung der von ihm in subalpinen Seetiefen gesammelten Rhizopoden scheint Penard nicht ausgeschlossen. Neueste Untersuchungen scheinen in der That zu beweisen, dass die von Penard beschriebenen Rhizopoden auch den flachen, arktischen Gewässern angehören.

4. Das Plankton der Hochgebirgsseen.

Zahlreiche Beobachtungen und Mitteilungen stellen die Existenz einer freischwimmenden Lebewelt in hochgelegenen Wasserbecken ausser Zweifel. Zum Zooplankton hochalpiner Seen treten etwa folgende Elemente in hervorragendem Mass zusammen:

1. Ceratium hirundinella O. F. M.
2. C. cornutum Ehrbg.
3. Peridinium tabulatum Ehrbg.
4. Dinobryon sertularia Ehrbg.
5. D. elongatum Imh.
6. D. divergens Imh.
7. Uroglena volvox Ehrbg.
8. Conochilus unicornis Rouss.
9. Asplanchna priodonta Gosse.
10. Synchaeta pectinata Ehrbg.
11. Polyarthra platyptera Ehrbg.
12. Triarthra longiseta Ehrbg.
13. Euchlanis dilatata Ehrbg.
14. Anuraea aculeata Ehrbg.
15. A. cochlearis Gosse.
16. A. testudo Ehrbg.
17. A. serrulata Ehrbg.
18. Notholca longispina Kellic.
19. N. foliacea Ehrbg.
20. N. striata O. F. M.
21. Ploesoma lynceum Ehrbg.
22. Pl. lenticulare Herrick.
23. Pedalion mirum Huds.
24. Sida crystallina O. F. M.
25. Holopedium gibberum Zadd.
26. Daphnia longispina Leyd.
27. D. pennata O. F. M.
28. D. helvetica Sting.
29. D. zschokkei Sting.
30. D. pulex De Geer.
31. D. obtusa Kurz.
32. D. magna Leyd.
33. D. hyalina Leyd.
34. Ceriodaphnia pulchella Sars.

Digitized by Google

35. Bosmina longispina Leyd.
36. B. longirostris O. F. M.
37. B. coregoni var. dollfusi Moniez.
38. Acroperus leucocephalus Koch.
39. Alona quadrangularis O. F. M.
40. A. affinis Leyd.
41. Pleuroxus excisus Fisch.
42. Pl. truncatus O. F. M.
43. Chydorus sphaericus O. F. M.
44. Diaptomus bacillifer Kölbel.
45. D. denticornis Wierz.
46. D. gracilis G. O. Sars.
47. Heterocope saliens Lillj.
48. Cyclops strenuus Fisch.
49. C. oithonoides Sars.
50. C. serrulatus Fisch.
51. C. bicuspidatus Claus.
52. C. vernalis Fisch.
53. C. albidus Jurine.
54. C. viridis Jurine.
55. Corethra plumicornis Fabr.

Die vorstehende Liste macht auf Vollständigkeit keinen Anspruch; sie soll nur den allgemeinen faunistischen Charakter des Planktons von Hochgebirgsseen kennzeichnen. Von einigen Autoren werden der freischwimmenden Tierwelt von Alpengewässern noch unbestimmte Difflugien, mehrere zweifelhafte Arten von *Ceratium* und verschiedene Daphnien zugezählt. Letztere scheinen indessen alle in den weit gezogenen Variationskreis von *Daphnia pulex*, *D. hyalina*, *D. pennata* und *D. longispina* zu gehören. Dies gilt besonders von Lorenzis Formen *D. ventricosa* und *D. tellinii* aus den Alpenseen Friauls.

Das Plankton hochalpiner Wasserbecken wird charakterisiert durch starkes Hervortreten von *Ceratium hirundinella* und einiger *Dinobryon*-Arten. Von Rotatorien treten *Polyarthra platyptera, Anuraea cochlearis, A. aculeata* und ganz besonders *Notholca longispina* bestimmend in den Vordergrund.

Besonders typisch aber gestaltet sich im Hochgebirge die limnetische Vertretung der Entomostraken. Von Cladoceren herrscht im pelagischen Gebiet durch massenhaftes Auftreten und weite Verbreitung uneingeschränkt *Daphnia longispina.* Das Genus *Bosmina* dagegen bleibt verhältnismässig zurück, wenn seine Arten auch da und dort hochalpine, limnetische Varietäten bilden. Noch bestimmender aber für den Plankton-Charakter der Hochalpen ist der Copepode *Cyclops strenuus,* der die limnetische Region zahlreichster hochgelegener Wasserbecken in ungemessenen Quantitäten erfüllt. Auch *Cyclops serrulatus* nimmt da und dort regen Anteil am limnetischen Leben. Die Centropagiden liefern dem Alpenplankton zwei ungemein typische, rein nordisch-alpine Vertreter, *Diaptomus bacillifer* und *D. denticornis,* sowie als seltene Zugabe *Heterocope saliens.* Die beiden *Diaptomus*-Arten geniessen im Hochgebirge die allerweiteste Verbreitung. Sie treten in den einzelnen Seebecken in der Regel vicarierend für einander ein. Viel weniger häufig mischt sich dem hochalpinen Plankton *Diaptomus gracilis* bei. Negativ kennzeichnet sich das Alpenplankton hauptsächlich durch die Abwesenheit von gewissen Cladoceren wie *Daphnella brachyura* Liev., *Diaphanosoma brandtianum* Fisch., *Leptodora hyalina* Lillj. und *Bythotrephes longimanus* Leyd.

Digitized by Google

Burckhardt charakterisiert das Plankton der Alpenseen über 750 m kurz und richtig wie folgt:

„*Diaptomus denticornis* oder *D. bacillifer*, *Daphnia longispina*, plumpe Varietäten, seltener Bosminen. Es fehlen ganz *Diaptomus gracilis*, *D. graciloides*, *D. laciniatus*, *Cyclops leuckarti*, *Diaphanosoma*, *Bythotrephes*, *Leptodora*, *Mastigocerca capucina*."

Durchaus charakteristisch für das Plankton der Hochalpenseen, sowie der stehenden Gewässer von Böhmerwald, Riesengebige, Eifel und Schwarzwald, ist, nach demselben Autor, *Daphnia longispina*. Als ausgesprochene Planktonform von nordischem, montanem und hochalpinem Charakter hat auch *Bosmina coregoni* (= *B. longispina*) zu gelten.

Als besonders typisch für das Plankton der Seen von bedeutender Höhenlage muss die Anwesenheit sehr zahlreicher Litoralformen im limnetischen Gebiet angesehen werden. Dass *Chydorus sphaericus* da und dort auch in der Ebene pelagisch lebt, ergaben schon längst die Beobachtungen von Apstein, Strodtmann, Lemmermann und Zacharias in Norddeutschland, von Birge und Reighard in Nordamerika. Strodtmann fand die kosmopolitische Cladocere rein limnetisch nur in kleineren Seebecken; Apstein zählt das pelagische Auftreten von *Chydorus* zu den charakteristischen Zügen seiner Chroococcaceenseen. Steuer konstatierte im Plankton der alten Donau *Chydorus sphaericus* und *Pleuroxus nanus*. In den stehenden Gewässern der Hochalpen lebt *Chydorus* mit grosser Regelmässigkeit limnetisch. Aus den Seen des St. Bernhardgebiets und des Rhätikon könnte ich eine ganze Reihe von Beispielen derartigen Vorkommens aufzählen. Aber auch andere Lynceiden wagen sich vom Ufer in das freie Wasser. So traf ich im limnetischen Gebiet hochgelegener Seen des St. Bernhard häufig *Pleuroxus excisus*; Imhof beobachtete unter ähnlichen Verhältnissen *Pl. truncatus*; Heuscher traf im Plankton des obersten Murgsees *Alona quadrangularis*; Studer in demjenigen des Lac do Champex *A. affinis*. Im hochgelegenen Viltersersee gehört *Acroperus leucocephalus* der limnetischen Region an, und aus den Seen der Gotthardgruppe zählt Fuhrmann drei auch pelagisch vorkommende Lynceiden auf. Litorale Vertreter anderer Tiergruppen gehen im Hochalpensee ebenfalls mehr oder weniger vollständig zur limnetischen Lebensweise über. Als Beispiele können etwa gelten *Ceriodaphnia pulchella*, *Cyclops bicuspidatus*, *C. vernalis*, *C. albidus*, *C. viridis* und *Euchlanis dilatata*. Die letztgenannte Rotatorie nimmt an der Zusammensetzung des Planktons im Gebiete des Rhätikon, des St. Bernhard und des Gotthard oft recht lebhaften Anteil. Auch im Plattensee soll sie, nach Francé, pelagisch sein.

Die starke Vertretung litoraler Tiere im limnetischen Gebiet hochalpiner Seen fiel schon Imhof auf. Er sah, dass die wahren pelagischen Tiere in höher gelegenen Wasserbecken mehr und mehr zurücktreten und dass an ihre Stelle Litoralformen rücken. Dem entspricht die Beobachtung Lorenzis, dass in den Alpenseen Friauls und Veltlins die eupelagischen Species fehlen, tychopelagische dagegen herrschen. Aus Fuhrmanns

Digitized by Google

Notizen lässt sich entnehmen, dass in den Hochseen Tessins etwa 20 Arten von Tieren das Plankton zusammensetzen; von ihnen tragen mindestens 6 rein litoralen Charakter.

Das Vordringen von Ufertieren in die pelagische Zone von Hochgebirgsseen spricht für die grosse Anpassungsfähigkeit und Resistenzkraft der alpinen Litoralfauna und erklärt sich zugleich teilweise durch die relativ geringe Ausdehnung und Tiefe der meisten bewohnten Gewässer.

Eine weitere Erklärung liegt darin, dass unter den extremen Bedingungen der Hochgebirgsseen die monocyclischen Cladoceren nicht gedeihen. Sie liefern aber gerade den Seen der Ebene die typischen Planktonformen. An ihre Stelle treten im Gebirge polycyclische Teich- und Tümpelbewohner. Aehnliches gilt für die Rotatorien.

Die Grenze zwischen pelagischer und litoraler Tierwelt wird in den Alpenseen in hohem Grad auch durch den Umstand verwischt, dass alle limnetischen Geschöpfe sich bis in unmittelbare Ufernähe wagen. Dies von Lorenzi in Friaul, von Asper und Heuscher an den Alpenseen von St. Gallen und Appenzell und von Studer am Lac de Champex beobachtete Faktum kann ich durch vielfache, eigene Erfahrung im Rhätikon und im Gebiet des St. Bernhard bestätigen. Die gleiche Erfahrung machte Wierzejski in den Wasserbecken der Hohen Tátra. Dass sich übrigens auch in den grossen Wasserbecken der Ebene die limnetischen Tiere dem Ufer unmittelbar annähern, beweisen u. a. die Beobachtungen von Zacharias in Plön und von Francé und Entz am Plattensee. Hartwig spricht sich ebenfalls dahin aus, dass die Entomostraken der Ufer- und Seefauna sich nicht scharf scheiden lassen, indem beide die Grenzen ihres Gebiets sehr oft überschreiten. Garbini dagegen ist geneigt, den Unterschied aufrecht zu erhalten und als echt limnetische Tiere diejenigen zu erklären, die an den Aufenthalt in mindestens zehn Meter tiefem Wasser gebunden sind.

Im Hochgebirgssee finden starke und fortwährende Grenzüberschreitungen sowohl von Seite der limnetischen, als auch der litoralen Tiere statt, so dass der faunistische Unterschied zwischen Ufer und freier Fläche illusorisch wird. Dagegen kommt in den grossen Seen der Ebene die Vermischung der beiden Elemente in höherem Masse durch Annäherung des Planktons an das Ufer, in weit geringerem Umfang durch Uebertritt litoraler Tiere in das limnetische Gebiet zu stande.

Endlich fällt im Hochgebirge die Grenze zwischen litoraler und pelagischer Fauna durch die Thatsache dahin, dass jeder alpine Planktonkomponent gelegentlich auch in Weihern und sogar in kleinsten Tümpeln leben kann. So erbeutete ich in der verschwindend kleinen Pfütze oberhalb des Partnunersees, deren Fläche wenige Quadratmeter beträgt und deren Tiefe nur nach Decimetern gemessen werden kann, während der Monate Juli und August in ungeheurer Menge *Daphnia longispina*, begleitet von *Cyclops serrulatus* und *Anuraea aculeata*. Auch im Oktober lebte in dem beinahe ausgetrockneten Tümpel noch ein sehr reiches Plankton. Die kleinen Weiher an den Kirchlispitzen, die Pfützen am Rellsthalsattel und die seichten Tümpel am Grubenpass

Digitized by Google

beherbergten u. a. *Diaptomus bacillifer*. *Cyclops strenuus* fand sich in pelagischer Varietät in dem höchstens 20 m langen Geröllweiher vom Plan des Dames, und auch die wenig umfangreichen und ganz seichten Felsenbecken im Jardin du Valais oberhalb der Passhöhe des St. Bernhard wiesen eine individuenreiche, limnetische Lebewelt von *Diaptomus bacillifer*, *Cyclops strenuus*, *Daphnia longispina* und *D. zschokkei* auf. Im kleinen oberen See von Drônaz lebte *Pedalion mirum*. Fuhrmann fand in seichten Sümpfen und Tümpeln der südlichen Gotthardgruppe u. a. *Ceriodaphnia pulchella*, *Daphnia longispina*, *Diaptomus denticornis*, *D. bacillifer* und *Peridinium tabulatum*. Aehnliche Aufzeichnungen überliefern uns Asper, Heuscher und Imhof,

Der letztgenannte Autor erbeutete in den kleinsten Wasseransammlungen der Bündner Alpen noch *Ceratium hirundinella*, *C. cornutum*, *Notholca longispina*, *Anuraea aculeata*, *Polyarthra platyptera*, *Diaptomus bacillifer*, *D. gracilis* und *Heterocope saliens*.

Die Beispiele mögen genügen, um den Beweis zu erbringen, dass die Planktontiere der Hochalpen auch im Weiher und Tümpel die nötigen Lebensbedingungen finden. Dies gilt übrigens auch für die Verhältnisse der Ebene. Seligo und Zacharias betonen wiederholt, dass eulimnetische Tiere auch in flachen Teichen und seichten Tümpeln zu leben vermögen. Besonders regelmässig erbeutete Zacharias in sächsischen Fischteichen *Daphnia longispina*. Aehnliches fiel schon früher Imhof auf, und Schmeil sagt ausdrücklich, dass er die meisten pelagischen Copepoden auch in den kleinsten Tümpeln, Teichen und Gräben fand.

Das Plankton der Hochgebirgsseen lässt sich somit von der litoralen Tierwelt nicht scharf unterscheiden. Der Grenzstrich wird verwischt durch die Abwesenheit mancher typisch-eulimnetischer Formen der Ebene, durch das Vordringen vieler litoraler Tiere in das pelagische Gebiet und endlich durch den Uebergang aller limnetischen Formen in das flache Uferwasser und in seichte Tümpel.

So zeigt die limnetische Tierwelt der Hochalpen Anklänge an das Plankton der Teichgewässer, das Heleoplankton Zacharias. Dasselbe charakterisiert sich durch Reichtum an Arten und an Individuen und durch eine Mischung eulimnetischer und tycholimnetischer, beziehungsweise litoraler Tiere. Es umschliesst u. a. verschiedene *Dinobryon*-Arten, *Ceratium hirundinella*, *Peridinium tabulatum*, *Conochilus volvox*, *Asplanchna priodonta*, *Synchaeta pectinata*, *Polyarthra platyptera*, *Triarthra longiseta*, *Euchlanis triquetra*, *Anuraea cochlearis*, *A. aculeata*, *Notholca longispina*, *Pedalion mirum*, *Daphnia longispina*, *Bosmina longirostris*, *Chydorus sphaericus*, *Cyclops strenuus*, *Diaptomus gracilis*. Einige sehr typische eulimnetische Tiere fehlen auch dem Teichplankton.

Mit dem Heleoplankton faunistisch verwandt ist das durch Zacharias und Zimmer untersuchte Potamoplankton langsam fliessender Gewässer.

Die horizontale und vertikale Verbreitung der verschiedenen Planktonkomponenten im Hochgebirge wurde in den Kapiteln, welche den einzelnen Tiergruppen gewidmet waren, genügend besprochen. Es erübrigt hier nur noch, der Verteilung des Planktons als faunistische Einheit in den Hochalpen zu gedenken.

Digitized by Google

Wasserbecken von mittlerer Höhenlage, von bedeutender Ausdehnung und beträchtlicher Tiefe leisten der reichen Entfaltung der limnetischen Lebewelt nach der quantitativen wie qualitativen Seite den grössten Vorschub.

Als Beispiele mögen dienen:

Der Obere Arosasee
Höhenlage 1740 m, Fläche 0,075 km², Tiefe 15 m.

Lünersee
Höhenlage 1943 m, Fläche 1,40 km², Tiefe 102 m.

Ritomsee
Höhenlage 1829 m, Fläche ?, Tiefe 60 m.

Arosasee	Lünersee	Ritomsee
1. Ceratium hirundinella.	—	1. Ceratium hirundinella.
2. Dinobryon divergens.	1. Dinobryon divergens.	—
3. Peridinium tabulatum.	—	—
4. Euchlanis dilatata.	2. Euchlanis dilatata.	—
5. Polyarthra platyptera.	—	2. Polyarthra platyptera.
6. Anuraea aculeata.	3. Anuraea aculeata.	3. Anuraea aculeata.
—	4. A. cochlearis.	—
—	5. A. testudo.	—
7. Notholca longispina.	6. Notholca longispina.	4. Notholca longispina.
—	—	5. Asplanchna priodonta.
—	—	6. Conochilus unicornis.
—	—	7. Alona affinis.
8. Chydorus sphaericus.	7. Chydorus sphaericus.	8. Chydorus sphaericus.
9. Daphnia longispina.	8. Daphnia longispina.	9. Daphnia longispina.
—	9. D. pulex.	10. D. pulex.
10. Bosmina zschokkei.	—	—
—	10. Diaptomus bacillifer.	—
—	—	11. Diaptomus denticornis.
11. Cyclops strenuus.	11. Cyclops strenuus.	12. Cyclops strenuus.
—	12. C. serrulatus.	13. C. serrulatus.

Pavesi, Imhof und Fuhrmann bezeichnen die pelagische Fauna des Ritomsees als ganz ausserordentlich individuenreich. Genau dasselbe gilt für den Arosasee und Lünersee und kann auch auf die grossen Seebecken des Oberengadins und den Lac de Chavonnes, 1696 m, ausgedehnt werden.

Aus der oben aufgestellten Tabelle ergiebt sich gleichzeitig eine ungemein einförmige Planktonzusammensetzung für weit auseinanderliegende Hochgebirgsgewässer. Von 20 limnetischen Tierarten sind fünf allen drei Seebecken gemeinsam, sechs

Digitized by Google

kommen in je zwei der Gewässer vor und es lässt sich mit Sicherheit erwarten, dass eingehende, in verschiedenen Jahreszeiten vorgenommene Untersuchungen eine noch weit grössere faunistische Uebereinstimmung in der Planktonzusammensetzung für die drei Seen enthüllen würden. Auch der weit abliegende Lac de Chavonnes (Höhe 1696 m, Tiefe 28 m, Fläche 0,05 km^2) umschliesst, nach **Imhof** und **Pitard**, eine reiche und ganz ähnliche Planktonbevölkerung. Dieselbe enthält 16 Species, von denen zehn mindestens in einem der drei in der oben aufgestellten Tabelle vereinigten Seen zu Hause sind.

Nicht alle grossen Alpenseen von mässiger Höhenlage beherbergen indessen eine reiche limnetische Tierwelt. So nennt **Studer** das Plankton des nur 1460 m hoch liegenden Lac de Champex quantitativ und qualitativ äusserst ärmlich. Er erklärt dies Verhalten aus hydrographischen Verhältnissen. Der See wurde erst vor kurzem aus einem früher existierenden Sumpf aufgestaut; er wird von starker Strömung durchzogen und vom Sonnenlicht bis auf den Grund durchleuchtet. Seine pelagische Bevölkerung setzt sich aus spärlichen Exemplaren von *Ceratium hirundinella, Polyarthra platyptera, Anuraea cochlearis, Alona quadrangularis, Bosmina longirostris* und *Cyclops affinis* zusammen.

Dass starke Strömung die Planktonentwicklung verhindert, oder doch sehr einschränkt, erkannte **Fuhrmann** am Lago Tenelin und Lago Lisera, einer wenig tiefen Erweiterung des Medelser Rheins. In dem einen Becken fehlte die limnetische Lebewelt ganz, im anderen war sie nur durch *Diaptomus* vertreten. Aehnliches fand ich im Lac des Brenets, einem Jurasee von starker Strömung. Dort war das Plankton an Arten allerdings reich, an Individuen dagegen sehr arm. Dasselbe sagt **Studer** von dem durch eine starke Strömung bewegten Lac de Champex. Dagegen kann sich das Plankton relativ reich entfalten, trotzdem das Wasser Mineralbestandteile in grosser Menge suspendiert enthält. **Imhof** führt als Beispiel solcher Verhältnisse den vom Abfluss des Cambrenagletschers gespiesenen Lago Bianco am Berninapass an, 2230 m.

Ueber das Plankton der drei Seen der Sulzfluh, die Becken von Partnun, Tilisuna, und Garschina, mag zunächst eine kleine Tabelle orientieren.

Partnun, 1874 m.	Tilisuna, 2102 m.	Garschina, 2189 m.
1. Dinobryon sertularia.	1. Dinobryon sertularia.	1. Dinobryon sertularia.
2. Anuraea cochlearis.	—	2. Anuraea cochlearis.
—	—	3. A. serrulata.
3. Notholca longispina.	—	—
—	2. Notholca foliacea.	—
4. Euchlanis dilatata.	3. Euchlanis dilatata.	4. Euchlanis dilatata.
5. Daphnia longispina.	4. Daphnia longispina.	5. Daphnia longispina.
6. Chydorus sphaericus.	5. Chydorus sphaericus.	6. Chydorus sphaericus.
7. Cyclops strenuus.	6. Cyclops strenuus.	7. Cyclops strenuus.

Digitized by Google

Partnun, 1874 m.	Tilisuna, 2102 m.	Garschina, 2189 m.
8. C. serrulatus.	7. C. serrulatus.	—
9. Diaptomus bacillifer.	8. Diaptomus bacillifer.	—
—	—	8. Diaptomus denticornis.
10. Corethra plumicornis.	—	9. Corethra plumicornis.

Die Zusammenstellung ergiebt für die limnetische Bevölkorung der drei Seebecken eine weitgehende qualitative Uebereinstimmung. Von 13 Arten kommen fünf in allen drei Seen vor, während je vier nur in einem oder zwei der Gewässer zu Hause sind. Ganz verschieden aber gestaltet sich mitten im Hochsommer der Individuenreichtum der pelagischen Geschöpfe in Partnun, Tilisuna und Garschina. Der Partnunersee liefert ungeheure Quantitäten von Plankton, in denen *Daphnia longispina* unbeschränkt dominiort und in zweiter Linie *Diaptomus bacillifer* und *Cyclops strenuus* herrschen. Ein Zug von wenigen Metern genügt, um den Grund des Netzes mit einem gallertartigen Brei der drei genannten Entomostraken anzufüllen. Gleichzeitig aber erweist sich das Plankton von Tilisuna in Tag- und Nachtfängen als ausserordentlich arm an Individuen. Garschina liefert mässige Quantitäten pelagischer Tiere mit auffallendem Uebergewicht von *Diaptomus denticornis*. So schwankt die Planktonquantität in sich nahe liegenden Seebecken in weiten Grenzen.

Zu den quantitativen Planktondifferenzen können sich aber in unmittelbar benachbarten Wasserbehältern auch gleichzeitig auftretende, tiefgreifende, qualitative gesellen. Diesem Verhältnis sucht schon Apstein gerecht zu werden, indem er nach Quantität und Qualität des Planktons und einzelner seiner Komponenten die Wasserbecken in *Chroococcaceen*-Seen und *Dinobryon*-Seen einteilt; eine Gruppierung, dio allerdings für die Gewässer des Hochgebirgs nicht durchführbar ist.

Auch Zacharias gelangt zum Schluss, dass nicht nur weit auseinanderliegende Seen, wie Plönersee und Zürichersee, sondern auch aneinander angrenzende Becken gleichzeitig ein quantitativ und qualitativ verschiedenes Plankton beherbergen können.

Apstein und Strodtmann haben dieselbe Erfahrung zu verzeichnen. Auch Pitard spricht sich dahin aus, dass in ähnlichen und naheliegenden, demselben Flusssystem angehörenden Seen weitgehende quantitative und qualitativo Schwankungen im Bestand der limnetischen Lebewelt sich manifestieren. Er führt als Beispiel die Hochseen des Juras, Lac des Rousses, Lac de Joux und Lac Brenet an.

In den Hochalpen folgen in engem Raum Seen mit quantitativ und qualitativ sehr verschiedenem Plankton horizontal und vortikal aufeinander.

So lässt sich aus Fuhrmanns Notizen ableiten, dass der See von Cadagno von dem nahegelegenen Lago Ritom in Bezug auf Planktonzusammensetzung nicht unerheblich abweicht.

Aehnliches gilt für den Lago Tom und don etwas höherliegenden Lago Taneda. Der letztere zeichnet sich durch ein sehr individuenreiches Plankton aus, das indessen

Digitized by Google

nur aus drei Arten besteht; im Lago Tom fügen sich zu diesen drei Species gleichzeitig noch neun weitere. Ganz nahe liegt das kleine und kalte Becken von Poncione negri, das pelagisch einzig *Cyclops strenuus* beherbergt.

Eine Reihe ähnlicher, noch besserer Beispiele liefern die Seen der Bernhardgruppe. Das Wasserbecken auf der Passhöhe des St. Bernhard, 2445 m, beherbergte im August neben einer äusserst reichen Flora von Planktonalgen geradezu unglaubliche Mengen von *Cyclops strenuus* mit Ausschluss aller anderen limnetischen Tiere. Mit diesem monotonen Plankton, um Strodtmanns Bezeichnung zu gebrauchen, kontrastierte die pelagische Welt von drei nahegelegenen, kleinen und wenig tiefen Wasseransammlungen im Jardin du Valais, einem rauhen Gebirgsplateau, nördlich und unmittelbar oberhalb vom St. Bernhardhospiz. Die drei Weiher sind durch Wasseradern verbunden und liegen auf engem Raum vereinigt bei 2610 m. In warmen Sommern werden sie dem Schicksal des Austrocknens kaum entgehen. Im nördlichen und südlichen Behälter tummeln sich *Euchlanis dilatata, Daphnia zschokkei, Chydorus sphaericus, Pleuroxus excisus, Cyclops strenuus* und *Diaptomus bacillifer.* Im mittleren See des Jardin du Valais vermissen wir alle diese Tiere mit Ausnahme von *Cyclops strenuus* und *Pleuroxus excisus,* trotzdem das Becken mit seinen beiden Nachbarn in offener Verbindung steht; neu stellt sich ein *Daphnia longispina.*

Der ganz überraschende quantitative Reichtum des Sees auf dem St. Bernhard an Plankton mag sich teilweise durch den fortwährenden und ausgiebigen Zufluss von Abfallstoffen aus dem benachbarten Hospiz erklären. Ich kenne zu Berg und Thal kein Wasserbecken, das ähnliche Planktonquantitäten erzeugen würde.

Auch die drei schönen Bergseen auf der obersten Thalstufe des Val Ferret am Col de Fenêtre dienen einer sehr verschiedenen limnetischen Welt zur Heimat, obschon sie im engsten Zusammenhang stehen und die Höhendifferenz der Lage zwischen dem obersten und untersten Becken nur 90 m beträgt, 2420—2510 m. Der unterste See ist reich an Arten und Individuen von Planktontieren; hinter ihm steht der mittlere quantitativ und qualitativ bedeutend zurück; das oberste Becken lieferte an demselben Tag, 5. August, kein Plankton. Andere Beispiele aus dem St. Bernhardgebiet — die Seen vom Plateau de Cholaire, die Seengruppe in der Combe de Drônaz — würden dieselben lokalen Abweichungen in der Quantität und Zusammensetzung des Planktons zeigen.

Oft treten in nahegelegenen Wasserbecken Arten desselben Genus vikarierend für einander ein. So lebt im unteren See von Grand Lay *Daphnia pennata,* im unteren See von Drônaz, der in derselben Combe liegt, *D. longispina.* Zwei der Weiher im Jardin du Valais beherbergen *D. zschokkei,* einer *D. longispina.* Auf der Passhöhe der Flüela teilen sich *Diaptomus bacillifer* und *D. denticornis* in zwei unmittelbar benachbarte Seebecken.

Ganz ähnliches lehrt die folgende Zusammenstellung der von Heuscher gelieferten Notizen über das Plankton der fünf Hochseen im Gebiet der grauen Hörner ob Ragaz, welche am 3. und 4. August auf ihre limnetische Bevölkerung untersucht wurden.

Digitized by Google

Plankton der Seen der Grauen Hörner.
(3./4. August.)

1902 m Vilterseesee	2200 m Wangsersee	2436 m Wildsee	2342 m Schottensee	2381 m Schwarzsee
1. Ceratium hirundinella.	1. C. hirundinella.	1. C. hirundinella.	1. C. hirundinella.	—
2. Anuraea cochlearis.	—	—	—	—
—	—	2. Notholca longispina.	2. N. longispina.	1. N. longispina.
—	2. Polyarthra platyptera.	—	3. P. platyptera.	2. P. platyptera.
3. Cyclops albidus.	3. C. albidus.	—	—	3. C. albidus.
—	—	3. Cyclops spec.	4. Cyclops spec.	—
—	4. Diaptomus gracilis.	—	5. D. gracilis.	4. D. gracilis.
—	5. Daphnia magna.	—	—	—
—	—	4. Daphnia longispina.	—	—

Es gelang somit am 3. und 4. August nicht, eine allen fünf Seen gemeinschaftliche, limnetische Tierspecies zu erbeuten. Dagegen waren von neun Planktonkomponenten drei in je nur einem der Gewässer zu Hause.

Alle diese Beispiele erlauben es, den Satz auszusprechen, dass sich die allgemeine Planktonzusammensetzung durch das ganze weite Gebiet der Hochalpen ungemein monoton gestaltet, dass aber gleichzeitig die Komponenten der limnetischen Tierwelt in nahe gelegenen Wasserbecken zu recht verschiedenen Lokalfaunen zusammentreten können. So weichen in einem Bezirk horizontal und vertikal sich naheliegende, hochalpine Seen in Bezug auf Quantität und Qualität von Plankton zu gleicher Zeit nicht unbeträchtlich von einander ab. Immerhin bewegen sich diese Schwankungen nicht in so weiten Grenzen, wie die lokalen Abweichungen der Litoralfauna.

Von einer proportional zur steigenden Höhenlage des Wohnorts eintretenden Verarmung der limnetischen Lebewelt an Zahl von Arten und von Individuen kann nur in beschränktem Sinn gesprochen werden. Höher gelegene Seen erweisen sich unter günstigen Umständen pelagisch reicher belebt, als tiefer liegende Becken. So überflügelt im Rhätikon der Garschinasee, 2189 m, an Planktonreichtum bedeutend den See von Tilisuna, 2102 m. Aus den Seen der St. Bernhard- und St. Gotthardgruppe sind oben entsprechende Beispiele angeführt worden. Imhof betont mit Recht den pelagischen Reichtum der auf der Passhöhe der Bernina liegenden Seen gegenüber der Armut tiefer liegender Becken.

Digitized by Google

Einige Angaben dieses Autors mögen hier Platz finden:

See	Zahl d. pelag. Tier-Spec.
Laaxer, 1020 m	4
Davoser, 1561 m	6
Unterer Arosa, 1700 m	5
Campfer, 1794 m	12
Silser, 1796 m	10
Nair, 1860 m	7
God Surlej, 1890 m	6
Palpuogna, 1915 m	3
Saoseo, 2032 m	1
Pitschen, 2221 m	1
Nero, 2222 m	5
Bianco, 2230 m	6
Gravasalvas, 2378 m	4

So kann Imhofs Satz von der allmäligen Abnahme der pelagischen Fauna mit steigender Höhenlage nur mit Einschränkung gelten. Die Verarmung vollzieht sich vielmehr unregelmässig, sprungweise und regelt sich durchaus nach der Gunst und Ungunst rein lokaler Verhältnisse.

Desshalb liegt auch die obere Verbreitungsgrenze für das Vorkommen von Zooplankton in den einzelnen Abschnitten der Alpen sehr verschieden hoch.

Im Rhätikon erlischt die pelagische Fauna mit sehr spärlicher Vertretung von *Notholca longispina* und *Dinobryon sertularia* im Todtalpsee an der Scesaplana, 2340 m, und mit einem bescheidenen Betrag von *Cyclops strenuus* und *Chydorus sphaericus* im kleinen Wasserbecken des Gafientals, 2313 m. Das Geröll- und Schmelzwasserbecken am Viereckerpass, 2316 m, birgt, wie mehrfache, genaueste Untersuchung zeigte, kein pelagisches Leben.

Dagegen wimmeln bedeutend höher gelegene Seen der St. Bernhardgruppe von limnetischen Tieren. Ich verweise auf die oben gewählten Beispiele und füge nur bei, dass die letzten Planktontrümmer sich bis in den Unteren See von Orny, 2686 m, in Gestalt von *Cyclops strenuus* verfolgen liessen.

Aehnliches berichten Fuhrmann und Imhof von den Hochseen der Gotthardgruppe und des Oberengadins. Ersterer erbeutete im Lago Cadlimo, 2513 m, noch *Asplanchna priodonta*, *Notholca longispina* und *Cyclops strenuus;* letzterer bestimmte aus acht Seen von 2500—2780 m Höhenlage noch: *Dinobryon sertularia*, *Notholca longispina*, *Cyclops* spec., *Diaptomus bacillifer*, *Heterocope saliens* und *Daphnia* spec. Im höchstgelegenen See, demjenigen von Prünas, 2780 m, war, neben einer *Cyclops*-Art, noch *Diaptomus bacillifer* zu Hause. In den Becken von Tscheppa, 2624 m, Sgrischus,

Digitized by Google

2640 m, Furtschellas, 2680 m, erreichte die Zahl der pelagischen Individuen sehr bedeutende Grenzen.

Oede und kalte Geröll- und Eisseen von geringen Dimensionen verhindern das Gedeihen des Planktons. Die obere Verbreitungsgrenze der limnetischen Tiere in den einzelnen Gebirgsabschnitten fällt mit der Höhenlinie zusammen, auf welcher solche Gewässer vorzuherrschen beginnen.

Am Plankton der Hochgebirgsseen lassen sich mit ganz besonderer Deutlichkeit die regelmässig wiederkehrenden Vertikalwanderungen beobachten. Sie bevölkern die Seefläche zur Nachtzeit ausgiebig mit limnetischen Tieren und entvölkern den Wasserspiegel während des Tags ganz oder teilweise. Nach Tag und Nacht geordnete, periodische Vertikalschwankungen des Planktons verzeichnen zuerst Weismann für den Bodensee, Forel und Duplessis für den Leman. Am Plattensee machte Francé ähnliche Beobachtungen. Nach dem genannten Autor erscheinen abends die gutschwimmenden Cladoceren zuerst an der Oberfläche, von der sie mit Anbruch des Tags auch zuerst wieder verschwinden. Etwa eine Stunde später tauchen die Copepoden auf. Die Wanderungen sollen unter dem Einfluss meteorologischer Bedingungen stehen. Blanc, Fuhrmann und Yung widmeten in neuester Zeit ihre Aufmerksamkeit den Planktonwanderungen des Genfer- und Neuenburgersees. Hofer verfolgte eingehend die auffallenden Veränderungen in der vertikalen Verteilung des Planktons im Bodensee, die sich nach Jahres- und Tageszeiten richten. Amberg berichtet ähnliches vom Katzensee. Alle diese Autoren betonen, dass sich nachts sehr beträchtliche Wanderungen der limnetischen Tiere gegen die Seefläche richten. Im Gegensatz zu Francé stellte Blanc fest, dass im Leman zuerst die Copepoden und erst später die Cladoceren emporsteigen.

Genaue Untersuchungen haben auch Birge dazu geführt, im nordamerikanischen Lake Mendota tägliche Planktonwanderungen zu entdecken, die sich indessen nur in der obersten Wasserschicht von 1—1,5 m Tiefe abspielen.

Dagegen gelang es Zacharias nicht, ähnliches für den Plöner See nachzuweisen; während Apstein die Möglichkeit des Vorkommens vertikaler Planktonwanderungen in den holsteinischen Seen nicht ausschliessen möchte. In neuester Zeit konnte auch Steuer in der alten Donau bei Wien das nächtliche Emporsteigen des Planktons konstatieren. Ueber die Vertikalwanderungen der limnetischen Tiere in hochalpinen Seen besitzen wir folgende Aufzeichnungen.

Asper fiel der ungemeine Reichtum des nachts an der Oberfläche des Silsersees, 1796 m, erbeuteten Planktons auf. Nie war er anderswo auf ähnliche Quantitäten von *Cyclops* und *Daphnia* gestossen. Auch die Gotthardseen, 2114 m, fand der Autor in der Nacht des 1. August 1890 von pelagischen Cladoceren reich belebt.

Nach Imhof und Heuscher war die Oberfläche des Seealpsees, 1142 m, am 26. Juli morgens 11 Uhr fast unbelebt. In der Tiefe von drei Metern schwebten zahl-

Digitized by Google

reiche Cyclopidenlarven. Bei fünf Metern gesellten zich ausgewachsene Exemplare dazu. Ihre Menge wuchs bis zu acht Meter Tiefe, wo auch *Asplanchna priodonta* massenhaft auftrat.

Imhof traf an der Oberfläche der Seen von Mortels, 2520 und 2610 m, nur Copepoden; die Cladoceren hielten sich unmittelbar über dem Seegrund.

Viel direkter sprechen für ausgiebige, vertikale Verschiebungen des Plankton die Beobachtungen von Studer am Lac de Champex, diejenigen von Fuhrmann an den Seen des südlichen Gotthardgebiets und Pitards Erfahrungen an Gewässern der Waadtländer Alpen.

Im Lac de Champex nimmt die Planktonmenge an der Oberfläche nachts sehr bedeutend zu. Besonders steigert sich die Individuenzahl von *Polyarthra platyptera;* ganz neu taucht aus der Tiefe *Bosmina longirostris* auf. Am Tag wurden an der Oberfläche in beschränkter Zahl erbeutet: *Cyclops affinis, Alona quadrangularis, Ceratium hirundinella, Polyarthra platyptera* und *Anuraea cochlearis.*

Die Alpenseen Tessins, welche Fuhrmann besuchte, sollen während des Tags bis zu zwei Meter Tiefe nur sehr wenig Plankton beherbergen. An der Oberfläche des grossen Ritomsees, 1829 m, tummelten sich während des Tags nur wenige Exemplare von *Cyclops strenuus* und unreife Individuen von *Daphnia longispina. Diaptomus denticornis* und *Conochilus unicornis* traten erst bei zehn Meter Tiefe auf. Reife Daphnien, *Diaptomus* und *Conochilus* belebten nachts in grosser Menge den Wasserspiegel, um schon morgens um acht Uhr dort wieder vollständig zu fehlen. Länger halten sich oben *Ceratium hirundinella, Asplanchna priodonta* und junge Daphnien, am längsten *Cyclops strenuus.* Auch in dem kleinen Wasserbecken an der Punta nera, 30 m lang, 20 m breit, 2—3 m tief, liessen sich an *Diaptomus bacillifer* und *Daphnia longispina* die Tag-Nachtwanderungen deutlich beobachten.

Auch Pitard fand, dass in Bergseen des Kantons Waadt *Ceratium hirundinella* Tag und Nacht an der Oberfläche aushält, während das übrige Plankton des Tags sich in einer Tiefe von fünf Metern anhäuft. Bei zehn Metern Tiefe hatte die Planktonquantität bedeutend abgenommen. Der Lac de Chavonnes z. B., von 1696 m Höhenlage, 28 m Tiefe und 0,05 km² Fläche, war 1 Uhr nachmittags bei Sonnenschein an der Oberfläche belebt von *Polyarthra platyptera, Anuraea cochlearis* und Copepoden-Nauplii. In fünf Meter Tiefe hielt sich, mit vielen Rotatorien, eine gewaltige Menge von Entomostraken.

Auch im jurassischen Lac de Joux, 1008 m, zieht sich der Gewalthaufe der limnetischen Crustaceen während des Tags in eine Tiefe von 20 m zurück.

Tag- und Nachtfänge im See auf der Passhöhe des St. Bernhard zeigten mir, dass der das Becken allein limnetisch bewohnende *Cyclops strenuus* mit Anbruch der Dunkelheit in ungeheuren Quantitäten zur Oberfläche emporsteigt, ohne dass ihn indessen das Tageslicht vom Seespiegel vollständig vertreibt. Der Partnunersee im Rhätikon wies nur nachts eine reiche Oberflächenfauna auf. Tags gingen höchstens vereinzelte *Cyclops*

Digitized by Google

strenuus, *Diaptomus bacillifer* und *Daphnia longispina*, alles junge Tiere, ins Netz. In schwülen und ruhigen Sommernächten stieg die Planktonquantität auf ihr Maximum. Morgens gegen zehn Uhr wurden wiederholt in 3—4 Meter Tiefe grosse Mengen der limnetischen Crustaceen erbeutet, während die Fläche fast unbelebt war.

Der Spiegel des Tilisunasees erwies sich tags regelmässig als tot, nachts als nur mässig bevölkert.

Im seichten Hochalpensee von Garschina füllte sich das an der Oberfläche bewegte Netz auch bei Sonnenschein mit reichlichen Mengen von *Diaptomus denticornis*.

Besonders deutlich aber spielen sich die Vertikalwanderungen im Lünersee ab, der, wie gezeigt wurde, mit seiner weiten Fläche und seiner bedeutenden Tiefe das limnetische Leben begünstigt.

An warmen und hellen Sommertagen blieb sein Spiegel vollständig tierlos. Erst in einer Tiefe von 5—15 m hielten sich zahlreiche, zum weitaus grössten Teil unreife Exemplare von *Cyclops strenuus* und *Diaptomus bacillifer* auf. Bei trüber und kalter Witterung konnten diese Copepoden auch in ansehnlichen Quantitäten während des Tags an der Oberfläche erbeutet werden. Nach Sonnenuntergang steigt im Lünersee zuerst massenhaft *Diaptomus bacillifer* zur Wasserfläche empor. Ihm folgen mit Anbruch der Dämmerung gewaltige Scharen von *Cyclops strenuus* und, noch etwas später, von *Daphnia longispina* und *D. pulex*. Uebrigens schwankt die Menge der aufsteigenden Entomostraken von Nacht zu Nacht nicht unbeträchtlich. Hin und wieder blieben junge Diaptomi auch bei hellem Sonnenlicht an der von den übrigen Planktontieren verlassenen Oberfläche. Alle diese Beobachtungen berechtigen zu dem Schluss, dass in den Hochalpenseen ausgiebige, periodische Planktonwanderungen stattfinden. Sie führen zur Belebung der Oberfläche während der Nacht, zu ihrer ganzen oder teilweisen Entvölkerung während des Tags. Die Tagbevölkerung der Oberfläche ist besonders bei klarem, warmem Wetter äusserst gering; eine Thatsache, die auch den Beobachtungen von Birge am Lake Mendota entspricht. Bei Anbruch der Nacht erscheinen zuerst die Copepoden und erst später die Cladoceren an der Oberfläche. Junge Entomostraken, besonders Angehörige des Genus *Diaptomus*, bleiben oft auch tagsüber an der Seefläche, der sich die reifen Planktoncrustaceen erst nach Einbruch der Nacht nähern. Auch diese Beobachtung wurde von Birge am Lake Mendota wiederholt. Es verdient endlich Erwähnung, dass die Untersuchungen von de Guerne und Richard auch für die kalten Seen des nördlichsten Norwegens tägliche Vertikalwanderungen der Planktoncrustaceen wahrscheinlich machen.

In den speziellen, die einzelnen Tiergruppen betreffenden Kapiteln wurden die Daten über die Periodicität der einzelnen Planktonspecies der Gebirgsseen zusammengestellt und die sich so ergebenden Resultate mit den entsprechenden Verhältnissen der Ebene verglichen. Es erübrigt somit hier einzig, einen Blick auf die Jahresbewegung der gesamten Planktonmasse in hochalpinen Gewässern zu werfen. Dies mag zunächst durch

Digitized by Google

tabellarische Uebersicht über den Eintritt der Maximal- und Minimalvertretung einiger hervorragender Komponenten des Gebirgsplanktons erleichtert werden. Vielfach unvollständige Beobachtungen erschweren leider auch in dieser Beziehung ein klares oder gar abschliessendes Urteil.

	Maximales Auftreten	Minimales Auftreten
Ceratium hirundinella	Zur Zeit der höchsten Wassertemperatur, je nach Höhenlage und meteorologischem Charakter des Wohnorts früher oder später im Hochsommer.	Im Winter ganz verschwindend.
Dinobryon divergens .	Steigerung mit der sich hebenden Temperatur; desshalb Maximum nach Lage und Meteorologie des Sees zu etwas verschiedener Zeit erreicht. Erscheint regelmässig etwas später als *Ceratium hirundinella*.	Hält im Herbst etwas länger aus, als *Ceratium hirundinella*. Fehlt im Winter.
Dinobryon sertularia .	Wie *D. divergens*.	Wie *D. divergens*.
Peridinium tabulatum	Im Hochsommer.	Fehlt im Winter.
Diaptomus gracilis . . D. bacillifer D. denticornis	Starke Steigerung zu Anfang des Alpensommers nach dem Eisbruch. Maxima je nach der Lage des bewohnten Gewässers Juni bis August. Abnahme gegen Herbst früher oder später, je nach Lage des Wohnorts.	Ueberdauern den Winter unter der Eisdecke in schwacher Vertretung.
Cyclops strenuus . .	Gewaltigste Vertretung in den Sommermonaten. Vermehrung wird lebhaft nach Eisbruch. Führt in tiefer liegenden Becken im allgemeinen im Mai und Juni, in höher gelegenen Seen im Juli und August zur Maximalentfaltung.	Unter dem Eis starke Verminderung der Individuenzahl.
Cyclops serrulatus . .	Hochsommer.	Unter Eis vereinzelt.
Daphnia longispina . D. pulex	Erscheinen der ersten Generation variiert von Ort zu Ort nach Lage und meteorologischen Verhältnissen. Entfaltung nach Eisbruch. Maxima Juli bis September.	Unter Eis fehlend, oder nur durch einzelne Individuen vertreten.

Digitized by Google

	Maximales Auftreten	Minimales Auftreten
Bosmina dollfusi . .	Ebenfalls von Höhenlage des Wohnorts abhängig. Bei ca. 1800 m Ende Mai zahlreich werdend. Juni bis Oktober massenhaft.	Im Winter verschwindend, unter Eis höchstens vereinzelte Exemplare.
Polyarthra platyptera	Je nach Wohnort im Sommer, Spätsommer oder Frühherbst.	
Notholca longispina .	Juli bis Oktober; Maxima gewöhnlich im August oder September.	

Der Tabelle lässt sich leicht entnehmen, dass das Plankton hochalpiner Seen im Winter an Arten und Individuen bedeutend verarmt. Manche Formen bilden Dauerkeime und scheiden als aktiv lebende Organismen aus dem winterlichen Plankton ganz aus. Andere, wie die Copepoden, fristen ihr Leben in bescheidener Individuenzahl unter der Eisdecke weiter. Der Eisbruch und die sich hebende Temperatur ruft einer allmäligen Wiederbevölkerung der limnetischen Region. Im allgemeinen entspricht wohl dem sommerlichen Temperaturmaximum in den Hochalpenseen die quantitativ und qualitativ höchste Planktonentfaltung. Sie tritt in wärmeren, in der Regel tiefer liegenden Seen früher ein, als in kälteren, höher liegenden Becken. Mit dem späteren Eisbruch, der sinkenden Temperatur, der Steigerung der Höhenlage dehnt sich auch für das Plankton die unproduktive Zeit der Winterruhe und verkürzt sich die sommerliche Periode aktiven Lebens und ausgiebiger Produktion. Höchste und kälteste Eisseen bleiben planktonarm oder planktonleer; sie verleugnen auch biologisch den fortwährenden Winterzustand nicht.

In der Ebene folgt die Planktonkurve wesentlich denselben Gesetzen, wie im Gebirge. Auch in tieferer Lage übt der Gang der Wassertemperatur einen entscheidenden Einfluss auf die Jahresentwicklung der limnetischen Welt aus. Dafür zeugen die Arbeiten von Apstein, Birge, Strodtmann, Zacharias u. a.

Apstein konnte besonders im Dobersdorfersee ein schnelles Ansteigen der Planktonkurve bis im Herbst konstatieren. Dann folgte ein zuerst rascher, später weniger rapid werdender Abfall, bis sich der Wasserspiegel mit Eis bedeckte. Unter der Decke dauerten die Copepoden aus. Nach dem Auftauen begann sich die Planktonquantität allmälig zu heben bis im Juli, um nach einer Depression wieder zum Oktobermaximum zu steigen.

Auch Zacharias betont, dass die Planktonorganismen zu ihrem Gedeihen hauptsächlich der Wärme bedürfen. Er unterscheidet ein reicheres Sommerplankton von einem armen Winterplankton. In letzterem fehlen die meisten Protozoen, manche Rotatorien und die Cladoceren. Dagegen halten die Copepoden im Winter aus. Die Analogie mit den Hochgebirgsseen springt in die Augen.

Digitized by Google

Für den Genfer- und Neuenburgersee beobachteten Yung und Fuhrmann zwei Maxima und zwei Minima der Planktonentfaltung. In Neuenburg fallen die ersteren auf Ende Mai und Anfang Dezember, die letzteren auf März und August. Der Planktoncyclus der genannten Schweizer Seen weicht wesentlich von den entsprechenden Verhältnissen norddeutscher Gewässer ab. Fuhrmann lässt es dahingestellt, ob die Temperatur allein den Jahreslauf des Planktons regle.

Burckhardt fand, dass der Vierwaldstättersee im Februar am meisten tierische Planktonformen vollständig entbehrt. Viele fehlen vom November bis zum Mai. Im Juli treten die zahlreichsten Planktonten in Maximalvertretung auf, während nur eine Art von limnetischen Tieren ganz fehlt. Leider ist es nicht möglich, die Resultate der im Druck befindlichen Arbeit Burckhardts jetzt noch eingehender zu verwerten.

Neben der Temperatur mögen allerdings noch andere Faktoren, wie Apstein annimmt, die Menge des Planktons beeinflussen. Uferentwicklung und Masse der dem See zugeführten organischen Abfallstoffe spielen in dieser Beziehung eine wichtige Rolle. Apstein glaubt, dass je geringer die Uferentwicklung im Vergleich zur Seefläche sei, desto spärlicher auch der Planktonertrag werde. Die Zufuhr von Abfällen aus dem Haushalt des Menschen kommt für den Planktonreichtum hochalpiner Seen nur selten in Betracht. Immerhin mag das Wasserbecken auf der Passhöhe des St. Bernhard seine fabelhaften Mengen limnetischer Lebewesen der unmittelbaren Nähe des grossen Hospiz' verdanken. Die Verschiedenheit der äusseren Einflüsse ruft in Ebene und Gebirge von Ort zu Ort oft einer Verschiedenheit in der Periodicität des Gesamtplanktons und seiner einzelnen Komponenten.

Nicht nur die Periodicität der ganzen Planktonmasse wird in der Ebene und im Hochgebirge von denselben Gesetzen beherrscht, auch der Jahrescyclus der einzelnen limnetischen Tierformen bleibt in beiden Regionen prinzipiell derselbe. Dabei gilt allerdings die wichtige Einschränkung, dass im allgemeinen mit der steigenden Höhenlage des Wohnorts Verkürzung und auch Verschiebung der maximalen Sommerentwicklung für die einzelnen Arten eintritt. Der allgemeine Gang aber des jährlichen Specieslebens verläuft in Ebene und Gebirge ähnlich. Eintritt der Eisbedeckung und Eisbruch bedeuten da und dort für manche Art Wendepunkte im Jahrescyclus. Diese Uebereinstimmung spricht sich hauptsächlich für folgende Formen aus: *Ceratium hirundinella, Dinobryon divergens, D. sertularia, Peridinium tabulatum, Diaptomus gracilis, Daphnia longispina, D. pulex, Polyarthra platyptera. Diaptomus bacillifer* und *D. denticornis* können zum Vergleich nicht herangezogen werden, da sie in den Gewässern des Flachlandes fehlen.

Cyclops strenuus und *Bosmina* verhalten sich in Bezug auf Periodicität an tief- und hochgelegenen Wohnorten verschieden.

Im Tiefland, wie in den Alpen, charakterisieren die Flagellaten im allgemeinen das Sommerplankton, während die Copepoden als ständigste limnetische Tiere gelten können.

Ueber besondere Eigenschaften der einzelnen hochalpinen Planktontiere ist in den

Digitized by Google

vorhergehenden, speziell einzelnen Tiergruppen gewidmeten Kapiteln gesprochen worden. Ich erinnere an die Rotfärbung der Copepoden und gewisser Flagellaten, Cladoceren und Rotatorien durch Carotine, an limnetische Varietäten unter Entomostraken und an pelagische Veränderungen in der Fruchtbarkeit und Ovogenese von Copepoden und Cladoceren.

Mit dem Plankton hochalpiner Seen zeigt dasjenige von Gewässern anderer Hochgebirge die grösste Aehnlichkeit. Die limnetische Welt der Kaukasusseen nennt Richard artenarm und einförmig zusammengesetzt. Den Grundstock bilden auch hier *Cyclops strenuus*, *Diaptomus bacillifer*, oder, denselben wieder ersetzend, *D. denticornis*, und *Daphnia hyalina*. Dazu gesellt sich allerdings *Leptodora hyalina* und, nach Brandts Versicherung, im Tschaldyr *Bythotrephes longimanus*. Mehr fakultativ stellt sich *Ceratium longicorne* ein.

Huitfeldt-Kaas fischte in norwegischen Binnenseen bei 1000 m Meereshöhe noch ein an Quantität und Qualität unvermindertes Plankton.

Einen guten Vergleich mit hochalpinen Verhältnissen gestatten v. Dadays und Wierzejskis Arbeiten über die Tierwelt der Seen der Hohen Tátra. Aus ihnen stelle ich folgende Planktonliste für 15 Wasserbecken von 1356 bis 2019 m Höhenlage zusammen:

1. Ceratium hirundinella O. F. M.
2. Dinobryon stipitatum Stein.
3. Peridinium cinctum Ehrbg.
4. Asplanchna priodonta Gosse.
5. A. brightwellii Gosse.
6. Notholca longispina Kellic.
7. Polyarthra platyptera Ehrbg.
8. Euchlanis dilatata Ehrbg.
9. Conochilus unicornis Rouss.
10. Cyclops vernalis Fisch.
11. C. serrulatus Fisch.
12. C. strenuus Fisch.
13. Diaptomus bacillifer Kölb.
14. D. denticornis Wierz.
15. D. tatricus Wierz.
16. D. gracilis Sars.
17. Holopedium gibberum Zadd.
18. Acroperus leucocephalus Koch.
19. Alona affinis Leyd.
20. Ceriodaphnia rotunda Strauss.
21. Daphnella brachyura Liev.
22. Daphnia pennata O. F. M.
23. D. caudata Sars.
24. Bosmina longirostris O. F. M.
25. Polyphemus pediculus De Geer.

Von diesen 25 limnetischen Arten der Tátraseen gehören 17 auch dem Plankton der Hochalpen an. Hier wie dort kennzeichnet sich die freischwimmende Tierwelt durch ausgiebige Beimischung litoraler Elemente. Die beiden hochalpinen *Diaptomus*-Formen *D. bacillifer* und *D. denticornis* spielen auch in der Tátra eine hervorragende Rolle. Besonders *D. bacillifer* erfüllte in den ersten Augusttagen einige der untersuchten Wasserbecken mit ungezählten, rotgefärbten Individuen. Einen entscheidenden Einfluss auf den Planktoncharakter übte wieder das häufige und massenhafte Auftreten von *C. strenuus*

Digitized by Google

aus. Fremd erscheint *Polyphemus pediculus,* der allerdings auf einen einzigen, ziemlich tief liegenden See beschränkt bleibt.

In der Zusammensetzung des Planktons weichen die Wasserbecken der Tátra von den Seen der Alpen nicht mehr ab, als verschiedene Alpen- oder Tátragewässer unter sich. Auch in der Tátra folgen in engem Raum Seen horizontal und vertikal aufeinander, welche gleichzeitig eine sehr verschiedene Menge und Qualität freischwimmender Tiere beherbergen. Dafür mag folgende Zusammenstellung sprechen.

Seen der Tátra vom 4.—9. August.

See	Höhe m	Planktonquantität	Planktonqualität
Csorbersee	1356	Sehr reich.	15 Species.
Fischsee	1404	Ungeheure Mengen.	17 Species.
Poppersee	1507	Reich.	Reich.
Schwarzer See	1546	Mässig reich.	6 Species.
Meerauge	1597	Sehr reich.	17 Species.
Weisser See	1605	Mässig.	5 Species.
Felkersee	1667	Ziemlich reich.	Ziemlich reich.
Grosser Hinzensee . . .	1996	Reich.	7 Species.
Kleiner Hinzensee . . .	1996	Mässig.	5 Species.
Kohlbachersee IV . . .	2006	Sehr reich.	11 Species.
Kohlbachersee I . . .	2017	Arm.	Arm.
Kohlbachersee II . . .	2019	Ziemlich reich.	11 Species.
Kohlbachersee III . . .	2019	Mässig.	6 Species.

An Planktonreichtum stehen in der Tátra wiederum die grössten und tiefsten Seen voran. So belebt besonders das grösste Becken des ungarischen Gebirgsabschnittes, den Fischsee (1404 m Meereshöhe, 32 ha Fläche, 50 m Tiefe) eine quantitativ und qualitativ sehr blühende, limnetische Tiergesellschaft. Auch das 77 m tiefe Meerauge erwies sich als ungemein planktonreich.

Bei 2019 m lebte noch ein sehr bunt zusammengesetztes Plankton, bestehend aus: *Peridinium cinctum, Ceratium hirundinella, Asplanchna brightwellii, Conochilus unicornis, Euchlanis dilatata, Cyclops vernalis, C. strenuus, C. serrulatus, Diaptomus gracilis, D. denticornis, Acroperus leucocephalus* und *Daphnia caudata.*

5. Die Tierwelt der Hochgebirgsbäche.

Die schäumenden, rasch fliessenden und stürzenden Bäche der Hochgebirge bieten ihren Bewohnern eine Reihe spezieller Bedingungen, welche auf die Zusammensetzung der Fauna und auf die Gestaltung ihrer einzelnen Vertreter einen sehr deutlichen Einfluss ausüben.

Digitized by Google

Als wichtig erweisen sich in dieser Beziehung zunächst zwei Punkte, die ungemein starke Bewegung des Wassers und die Beschaffenheit des Untergrunds. Die Wasserbewegung steigert sich von raschem Lauf bis zum Fall und Sturz; nie aber fliesst die Wassermenge auf längere Strecken ruhig dahin. Der Untergrund besteht fast ausschliesslich aus grobem Geröll, grösseren Steinplatten oder gar aus Blöcken. Sandige und besonders schlammige Stellen sind selten. Armut an Vegetation und somit an pflanzlicher Nahrung zeichnet die Hochgebirgsbäche aus. Nur in etwas ruhigeren Erweiterungen breiten sich ausgiebiger die Teppiche und Polster der Wassermoose aus und entstehen auf den Felsplatten bräunliche und grünliche Algenfilze. Auf weite Strecken, besonders im obersten, stark geneigten Quelllauf, scheinen die Hochgebirgsbäche beinahe vegetationslos zu sein.

Von hoher Wichtigkeit für die Beurteilung der tierischen Bevölkerung sind die Temperaturverhältnisse der Sturzbäche. Ihnen habe ich im Rhätikon ein spezielles Augenmerk gewidmet und teile eine Reihe der wichtigeren Messungen mit.

Schanielenbach, Ausfluss des Partnunersees, 1700—1874 m.

25. Juli bis 3. August 1890	9—12,5 ° C.
28.—31. Juli 1891	11—12 ° C.
2. Oktober 1891	9 ° C.
1.—5. August 1892	10—11 ° C.

Am 27. Dezember 1891 war der Schanielenbach nicht ganz versiegt. Er floss als schwacher Wasserfaden unter einer dicken, an einigen Stellen unterbrochenen Schneedecke. Oft soll aber während der kalten Jahreszeit der Spiegel des Partnunersees so tief sinken, dass sein Ausfluss wochenlang ohne Speisung bleibt.

Zuflüsse des Partnunersees, 1880—1950 m.

Von drei Zuflüssen, die sich in den See von Partnun ergiessen und von denen zwei über die Flanken der Sulzfluh strömen, während der dritte am Grubenpass entspringt, notieren meine Listen folgende Temperaturen.

Bach I.

25. Juli bis 3. August 1890	7,5— 9 ° C.
27.—31. Juli 1891	6,5— 7,5 ° C.
2. Oktober 1891	9 ° C.
28. Juli bis 5. August 1892	8—10 ° C.

Digitized by Google

Bach II.

25. Juli bis 3. August 1890	5 — 7 ° C.
27.—29. Juli 1891	4,5 — 5 ° C.
2. Oktober 1891	5 ° C.
30. Juli bis 5. August 1892	4,4— 6 ° C.

Bach III.

25.—26. Juli 1890	8—11—12 ° C.
28. Juli 1891	18 ° C.
2. Oktober 1891	9,5 ° C.
30. Juli 1892	19 ° C.

Zuflüsse des Tilisunasees, 2100—2200 m.

9. August 1891	14 ° C.
4. Oktober 1891	9 ° C.
6. August 1892	9 ° C.
24. Juli 1890	14—15 ° C.

Abfluss des Tilisunasees, 2100 m.

2. August 1891	9,5 ° C.
4. Oktober 1891	9,5 ° C.
6. August 1892	11 ° C.
29. August 1893	14,5 ° C.

Bäche am Plasseggenpass, 2100—2300 m.

1891, 28. Juli bis 8. August	8 —9 ° C.
1892, 5. August	6,25 ° C.
1893, 27.—30. August	7,5—10 ° C.

Bäche zwischen Alp Partnun und Partnunersee, 1800—1900 m.

1892, 1.—5. August	4,5—9 ° C.

Abfluss des Gafiensees, 2300 m.

1893, 31. August	10,5 ° C.

Digitized by Google

Hauptzufluss des Lünersees, 1950—2200 m.
(An den Kirchlispitzen und dem Cavelljoch entspringend.)

1890, 7.—10. August	6—11 ° C.
1891, 20. Juli	8,5 ° C.
6. Oktober	6,0 ° C.
1893, 23. August	12 ° C.

Uebrige Zuflüsse des Lünersees.

Die Temperaturen bewegen sich im Juli und August nach zahlreichen Messungen von 3—8 ° C.

Mieschbrunnen, 1810 m.

Kalte, sehr starke Quelle am Weg zum Partnunersee, die auch am 27. Dezember 1891 nicht eingefroren war. Temperatur sehr konstant.

1891, 27. Juli bis 2. August	4—6,0 ° C.
2. Oktober	5,0 ° C.
1892, 9. August	6,0 ° C.
1893, 1. September	5,0 ° C.

Alle diese Zahlen zeigen deutlich, dass die Temperatur der Hochgebirgsbäche auch mitten im Sommer eine sehr tiefe bleibt. Sie bewegt sich gewöhnlich in den Grenzen von 4—12° C. Selten steigt sie auf 14—15°, noch seltener erhitzt sich das Wasser bis auf 18—20° C. So werden stenotherme, an tiefe Temperaturen gebundene Tiere in den hochalpinen Wasseradern eine willkommene Heimat finden. Die von den Bächen geführte Flüssigkeit ist in sehr vielen Fällen reines Schmelzwasser, das von Schneefeldern und Gletschern herrührt. Desshalb droht aber auch der Gebirgsbach-Fauna eine doppelte Gefahr. Das heimische Element versiegt in der kalten Jahreszeit, wenn der Prozess der Schneeschmelze aufhört, und der Bach trocknet im Spätsommer aus, wenn die Schneevorräte erschöpft sind.

So werden denn viele Gebirgsbäche zum Schaden der Entwicklung einer reichen Tierwelt periodisch trocken gelegt. Hierher gehören die meisten der in den Lünersee sich ergiessenden Rinnsale. Ende August 1893 führte nur noch der Hauptzufluss, welcher am Cavelljoch entspringt, Wasser. Aehnlich verhalten sich die Zuflüsse des Partnunersees; besonders der von Norden herströmende Bach, welcher vom niedrigen Grubenpass und nicht von der hohen, mit Schnee bedeckten Sulzfluh herstammt, trocknet im Juli oder August regelmässig aus.

Der faunistische Unterschied zwischen versiegenden und immer Wasser führenden Hochgebirgsbächen ist ebenso frappant, als leicht erklärlich. Die letzteren beherbergen eine aus recht verschiedenen Formen zusammengesetzte, an Individuen oftmals sehr

Digitized by Google

reiche, tierische Lebewelt; die ersteren besitzen kaum eine nennenswerte Fauna. Nur Insektenlarven, die jedes Frühjahr neu importiert werden, fristen in diesen periodischen Wasseradern ihr Leben. Und auch sie sind dem Untergang geweiht, wenn sie ihre Metamorphose nicht vor der Eintrocknung des Baches vollenden können. Der Gegensatz zwischen versiegenden und nicht versiegenden, belebten und toten Bächen prägt sich besonders klar am Lünersee aus. Aber auch in der Gegend von Partnun lässt er sich hübsch nachweisen. Dort zeichnen sich durch besonderen Tierreichtum die kalten, aber perennierenden Bäche am Plasseggenpass aus, sowie die kleinen, konstant fliessenden Wasserläufe der Sulzfluh.

Der reissende Bergbach bietet seinen Bewohnern übrigens nicht nur ungünstige Bedingungen, er lädt zur Besiedlung auch durch Vorteile ein, welche dem stehenden Wasser, dem See, Tümpel, Teich in ebenso hohem Masse nicht zukommen.

Vor allem wird das Wasser des stäubenden und schäumenden Sturzbachs mit der atmosphärischen Luft in innigste Berührung kommen und sich so mit Sauerstoff reichlich sättigen. Sodann friert der stark bewegte Bach im Gegensatz zum ruhenden See nicht, oder nur schwer zu. Im äussersten Falle wird seine Eisdecke unvollständig bleiben und der Luft so Zutritt zum Wasser gestatten. Endlich kühlt sich das Bachwasser, das aus der Erde eine gewisse Wärmemenge mit sich bringt, langsamer ab, als das stehende Seewasser.

Voigt hat wohl Recht, wenn er annimmt, dass gerade im fliessenden Wasser ein Teil der niederen Fauna die Unbill der Glacialzeit überdauerte. Noch heute spielt sich während des langen Hochalpenwinters unter der Eisdecke des Bachs ein reiches Leben ab. Zu Weihnachten 1891 bot die Fauna des Schanielenbachs bei Partnun kein wesentlich anderes Bild, als mitten im Sommer. Die Unterfläche der Steine war bedeckt mit Planarien; Larven von Ephemeriden und Perliden, von Dipteren und Phryganiden lebten neben Limnäen und Anneliden.

Den speziellen Bedingungen der Gebirgsbäche, dem steinigen Untergrund, der tiefen Temperatur, dem Pflanzenmangel, vorzüglich aber der Wasserbewegung hat sich eine charakteristisch zusammengesetzte Fauna in durchaus typischer Weise angepasst.

Ihre einzelnen Vertreter werden nach Vorkommen und Verbreitung in den die verschiedenen Tiergruppen betreffenden Kapiteln besprochen; auf die allgemeine Zusammensetzung aber der ganzen biologischen Gruppe muss hier ein kurzer Blick geworfen werden. Von Protozoen kommen als Bewohner reissender Bäche einige wenige Amöben in Betracht. *Difflugia pyriformis* Perty und *D. acuminata* Ehrbg. fand ich in den Bächen von Partnun und im Mieschbrunnen, *Centropyxis aculeata* Stein und *C. ecornis* ausserdem an sandigen Stellen der Wasserläufe von Tilisuna und an der Sulzfluh. Auch die Nematoden spielen im reissenden Bach nur eine untergeordnete Rolle. *Dorylaimus leuckarti* Bütschli verzeichnen die Listen aus den Partnuner- und Sulzfluhbächen, *Plectus* spec. aus dem Abfluss des Tilisunasees. Im Mieschbrunnen, der biologisch

Digitized by Google

und faunistisch eine Mittelstellung zwischen Bach und kaltem Weiher einnimmt, kommt noch *Dorylaimus filiformis* Bast. dazu. Fast bedeutungslos für die uns beschäftigende Tierwelt sind auch die Rotatorien. Einzig in den Algen des Mieschbrunnens, also nicht in eigentlichem Bachgebiet, lebten einige ihrer Vertreter, wie *Notommata aurita* Ehrbg., *Copeus caudatus* Collins, *Eosphaera elongata* Ehrbg. und eine *Diglena*-Art. An derselben, in mancher Beziehung interessanten Lokalität stellten sich einige Entomostraken ein, welche kaum zur eigentlichen Bachfauna gehören dürften. Ich nenne *Chydorus sphaericus* O. F. M., *Alona rostrata* Koch und *Acroperus leucocephalus* unter den Cladoceren, *Cypridopsis villosa* Jurine von den Ostracoden und nicht weniger als drei *Canthocamptus*-Arten, die im Mieschbrunnen entdeckt und von Schmeil beschrieben wurden. Es sind *Canthocamptus zschokkei*, *C. rhaeticus* und *C. cuspidatus*. *C. rhaeticus* und *C. zschokkei* wagen sich übrigens auch an etwas weniger bewegte Stellen der Bäche von Partnun und der Sulzfluh.

In lebhafter bewegtes Wasser dringen eine Anzahl Ostracoden vor. Blanchard fand *Cypris incongruens* in Bächen der französischen Alpen; mir selbst begegneten in den Wasseradern am Plasseggenpass *Candona candida* O. F. M., *Cyclocypris laevis* O. F. M., *Cypridopsis vidua* O. F. M. und *Cypris fuscata* Jurine. *Cypria ophthalmica* Jurine war nicht selten in kleinen Bächen bei Garschina. Besonders an fliessendes Wasser gebunden aber schien *Paracypridopsis zschokkei* Kaufm., die an der Sulzfluh, in den Bächen von Partnun und Plasseggen heimisch war. Der gänzliche Mangel der Schwimmborsten der zweiten Antenne charakterisiert das Tier als des Schwimmens unfähige, den Bach bewohnende Form.

Die Oligochaeten scheinen wenig geeignet, sich reissenden Sturzbächen anzupassen. Abgesehen vom Vorkommen von *Lumbriculus variegatus* O. F. M. in nur wenig lebhaft fliessendem Wasser zu Garschina, bleibt für die eigentliche Bachfauna nur *Phreoryctes gordioides* Hartm. übrig, der sich in den kleinen Bächlein des Cavelljochs und der Sulzfluh, bei 2100 m, wohl fühlte. Auch für Lamellibranchier bieten die mit grobem Geschiebe beladenen Wasserläufe der Hochalpen keine passende Heimat. *Pisidium fossarinum* Cless. fand ich nur einmal an der Ausflusstelle des Tilisunasees. Blanchard erzählt von einem ähnlichen Fund aus den französischen Alpen.

Zur eigentlichen Wildbachfauna gehören auch nicht die Wasserkäfer und Hydrometren, die zufällig an weniger bewegten Stellen von Bächen sich einstellen können. So sah ich *Hydrometra thoracica* im Thalgrund von Plasseggen, *Hydroporus nigrita* Heer in den Bächen des Cavelljochs und *Agabus chalconotus* Redtenbach. am Gepatschgletscher im Tirol. Blanchard fand *A. solieri* in Bächen des französischen Alpengebiets. Am ehesten kann der nicht schwimmende *Parnus nitidulus* noch als typischer Insasse des strömenden Wassers betrachtet werden. Ich sammelte den Käfer nicht selten in den Sulzfluhbächen. Dass der Kosmopolit *Macrobiotus macronyx* Duj. sich auch dem Leben in Bergbächen anbequemt, kann kaum überraschen. Er ist nicht selten in den fliessenden Gewässern von Partnun und Tilisuna.

Digitized by Google

Endlich müssen an dieser Stelle noch die Amphipoden Erwähnung finden. *Gammarus pulex* L. und *G. fluviatilis* leben, nach Studer, unter den Steinen eines kleinen, starkfliessenden Baches bei Champex, 1460 m. In kalten Quellen des Rhätikon, und von dort hin und wieder in die Bäche geschwemmt, lebt der höchst eigentümliche *Niphargus tatrensis*, der von Wrzésniowski in einem Schöpfbrunnen bei Zakopane am Nordabhang der Hohen Tátra entdeckt wurde. Das Tier ist nicht selten in dem Weiher an den Kirchlispitzen, der als ein Quellbecken von sehr tiefer Temperatur angesehen werden kann. Von dort gelangt der Krebs in den Hauptzufluss des Lünersees. Unter ganz ähnlichen Verhältnissen kommt der Krebs im hochgelegenen Gafiensee, der seinen Ursprung einer kalten Quelle verdankt, und dem daraus entspringenden Bach vor. Auch der kalte Brunnen vor dem Gasthaus „Sulzfluh“ in Partnun beherbergt *Niphargus*. Die Identität des blinden Amphipoden aus dem Rhätikon mit *N. tatrensis* Wrzésn. stellte Vejdóvsky fest.

Niphargus spricht deutlich dafür, dass die unterirdischen Wasserläufe der Grenzkette zwischen Graubünden und Vorarlberg ihre eigene Fauna besitzen. Der Abschnitt des Rhätikon vom Cavelljoch bis zum Plasseggenpass baut sich, nach v. Mojsisovics und Tarnutzer, aus den Kalken des oberen Jura und der Kreide auf.

Dieses ganze Kalkgebirge ist durchhöhlt von Grotten und Gängen, die sich bald zu schmalen Stollen verengen, bald zu hohen Hallen erweitern. Manche davon durchströmen Bäche. Quellen und Rinnsale versinken an zahlreichen Stellen durch trichterförmige Vertiefungen in den Erdboden, wie das am Schweizerthor, am Grubenpass, an der Plasseggen beobachtet werden kann, um am Fusse mächtiger Felswände wieder hervorzusprudeln. Eine grosse, wasserhaltende Höhle liegt im westlichen Abschnitt der Drusenfluh. Die Höhlen der Sulzfluh, die zum Teil auch touristisches Interesse bieten, bilden ein ganzes System. Eine derselben führt den Namen Seehöhle, nach einer kleinen Wasseransammlung, die in ihrem Grunde liegt, und deren Niveau nach der Jahreszeit beträchtliche Schwankungen erfährt. Die Wassertemperatur beträgt konstant 2—3° C. Auch die Kirchlispitzen und die Scheienfluh werden von wasserdurchströmten Höhlen und Gängen durchzogen. Viele dieser Höhlen sind als Verwitterungsprodukte und als Auswaschungsarbeit früherer Gletscherbäche zu betrachten. Ihre Höhenlage beträgt 2000—2400 m.

Am Fusse der genannten Gebirgsstöcke entspringen die eiskalten Quellen, die *Niphargus tatrensis* zu Tage fördern und so Kunde geben von einer speziellen Tierwelt des subterranen Bachsystems. Die Annahme von der Existenz einer Dunkelfauna in den unterirdischen Gewässern des Rhätikon findet Bestätigung durch die Thatsache, dass *Niphargus* oft von schwach pigmentierten, beinahe augenlosen Exemplaren von *Planaria alpina* begleitet ist.

Alle bis jetzt angeführten Tiere können nicht als typische Elemente der Tierwelt von Hochgebirgsbächen betrachtet werden. Manche sind nur zufällige Gäste im

Digitized by Google

rasch fliessenden Wasser. Die eigentliche Fauna der Sturz- und Giessbäche setzt sich zusammen aus *Planaria alpina*, aus einer Anzahl Hydrachniden, aus einigen Schnecken und ganz besonders aus einer Fülle von Insektenlarven der verschiedensten Ordnungen. Diese Tiere bilden eine biologische, dem stürzenden Wasser morphologisch und physiologisch angepasste Einheit. Die Anpassung geht oft so weit, dass die ihr sehr unterworfenen Geschöpfe an das fliessende Wasser gebunden bleiben, im See und Teich aber nicht existieren können.

Ueber die in mancher Beziehung interessante *Planaria alpina* Dana ist an anderer Stelle berichtet worden. Hier genüge es, auf ihr sehr regelmässiges und oft massenhaftes Auftreten in den kalten Bächen der Hochgebirge hinzuweisen. Sie fehlt kaum in einem Alpenbach. Oft bevölkert sie zahlreich die Unterfläche der Steine, oder hält sich in den vom Wasser bespülten Moosrasen. In fliessendem Wasser fand ich das Tier noch bei 2700 m im Gebiet des St. Bernhard, am Kistenpass bei 2500 m, in ähnlicher Höhe in der Gotthardgruppe. Im Rhätikon belebt die Alpenplanarie alle Wasseradern bis zu 2400 m Höhe. Nach Osten konnte ich das Tier durch ganz Tirol bis zum Gross-Glockner ununterbrochen in allen Hochalpenbächen verfolgen. Egger sammelte die Turbellarie noch bei 2400 m, im Chaltbrunn, einer Quelle von 2° C., in der Gegend von Arosa. Aehnliche Beobachtungen machten Chichkoff, Fuhrmann, Blanchard und Dana über das Vorkommen von *Pl. alpina* in Bächen und Quellen der Gebirge von Savoyen, Tessin, der französischen Alpen und der Seealpen.

Viel seltener und, soviel ich es übersehen kann, nur bis zu einer Höhe von etwa 2000 m, geht *Planaria subtentaculata* Duj. in die Gebirgsbäche. Sie bevorzugt, wenigstens im Rhätikon, kalte Brunnen.

Unter den Hydrachniden ist eine interessante Gruppe bachbewohnender Formen ausführlich besprochen worden. Viele sind dem starkfliessenden Wasser vollkommen angepasst und meiden See und Teich, oder werden nur zufällig in diese stehenden Gewässer gespült. Dazu gehören, neben manchen anderen oben genannten, *Sperchon glandulosus* Könike, *Sp. brevirostris* Kön., *Sp. longirostris* Kön., *Sp. mutilus* Kön., *Feltria minuta* Kön., *F. zschokkei* Kön., *F. setigera* Kön., *Thyas augusta (Partnunia)* Kön., *F. (Zschokkea) oblonga* Kön., und *Panisus michaeli* Kön. Diese rein „torrenticolen" Wassermilben steigen auf 2000 bis 2400 m Höhe. See und Bach des Hochgebirgs wählen zur Heimat *Lebertia tauinsignita* Lebert und wohl auch *Atractides spinipes* C. L. Koch. Auch in den Bächen der französischen Alpen stiess Blanchard bis zu bedeutender Höhe auf Hydrachniden.

Eine ganz entsprechende Fauna der Sturzbäche entdeckte Piersig für die Hohe Tátra. Im Moosüberzug der Steine und in Wasser von 4—6° R. lebten dort die neuen Formen *Feltria clipeata*, *F. rubra*, *F. scutifera*, *Atractides loricatus* und *Lebertia papillosa*. Als Höhengrenze ihrer Verbreitung nennt Piersig 2000 m.

Auch über die Gastropoden der Hochgebirgsbäche haben wir das Wichtigste bereits gehört. Wir wissen, dass die beiden kleinen, typischen Alpenformen *Limnaea trunca-*

Digitized by Google

tula Müll. und *L. peregra* Müll. in kleinen Wasseradern häufig die Höhe von 2400 bis 2600 m erreichen. Bei 1700 m fand Blanchard noch bachbewohnend *Bythinella reynesi.*

Die Verbreitung und das Vorkommen von Insektenlarven in den Hochgebirgsbächen des Rhätikon mag durch tabellarische Zusammenstellung deutlich gemacht werden.

Name.	Vorkommen.	Höchster Fundort. m
	Coleoptera.	
1. Cyphon spec.	Bäche der Sulzfluh. Sommer (August).	1900
2. Parnus nitidulus Heer (Imago) .	Bäche der Sulzfluh. (August).	1900
3. Hydroporus nigrita Heer (Imago)	Bäche am Cavelljoch. (Juli).	2100
4. Dytiscidenlarve	Hauptzufluss des Lünersees. (Oktober).	2000
5. Hydroporuslarven	Bäche des ganzen Gebiets bis Passhöhe von Plasseggen.	2300
	Diptera.	
1. Chironomus spec. Mehrere Arten.	Bäche des ganzen Gebiets und Gletscherbäche Tirols. Sommer und Herbst.	2400
2. Simulia spec. Larven und Puppen mehrerer Arten.	Bäche und Brunnen des ganzen Gebiets. Sommer, Herbst und in Partnun auch im Winter.	2400
3. Liponeura brevirostris Löw. . .	Bäche bei Partnun, am Lünersee, am Plasseggenpass. Den ganzen Sommer.	2300
4. Pedicia rivosa L.	Bäche des ganzen Gebiets, doch mehr vereinzelt vorkommend. Auch litoral in den Seen. Juli und August.	2200
5. Atherix spec.	Vereinzelt in Bächen und Brunnen. August.	2000
6. Tabanus spec.	Ebenso.	

Dazu kommen noch eine Anzahl nicht näher bestimmbarer Larven, die im ganzen Gebiete während des Sommers zahlreiche Bäche bis zu 2300 m Höhe bewohnen. Sie gehören wahrscheinlich zu den Gattungen *Anopheles*, *Odontomya*, *Tipula*, *Tanypus* und *Dixa*.

Name.	Vorkommen.	Höchster Fundort. m
	Neuroptera.	
1. Drusus discolor Mc. L. . . .	Bäche am Cavelljoch, Sulzfluh, Tilisuna, Mieschbrunnen. Juli.	2200

Digitized by Google

Name.	Vorkommen.	Höchster Fundort. m
2. Drusus monticola Mc. L. . .	Bäche am Cavelljoch. Juli-August.	2200
3. Drusus spec.	Bach bei Partnun. August.	1800
4. Halesus ruficollis Pict. . . .	Bach bei Partnun. August.	1800
5. Stenophylax latipennis Curt. .	Bäche von Partnun und Sulzfluh. Ganzer Sommer.	1900
6. Philopotamus ludificatus Mc. Lach.	Bach bei Tilisuna. August.	2100
7. Rhyacophila vulgaris Pict. . .	In den Zu- und Abflüssen der Seen. Vereinzelt. Juli-August.	2200
8. Rh. glareosa Mc. L.	Zuflüsse des Lünersees. Juli.	2000
9. Limnophilus. Mehrere Arten. .	In weitester Verbreitung und in grosser Zahl in Bächen des ganzen Gebiets. Auch im Winter.	2400
10. Osmylus maculatus Fabr. . .	Unter Steinen der rasch fliessenden Sulzfluhbäche. Juli-August.	2100

Orthoptera.

Name.	Vorkommen.	Höchster Fundort. m
1. Dictyopteryx alpina Pictet. . .	Bäche des ganzen Gebiets in weitester Verbreitung. Oft zahlreich. Tirol. Sommer und Herbst.	2400
2. D. intricata Pictet.	Sulzfluhbäche, Mieschbrunnen.	2000
3. Perla rivulorum Pictet. . . .	Bäche im Gebiet des Lünersees. Juli.	2100
4. Nemura variegata Oliv. . . .	Bäche des ganzen Gebiets. Juli-Oktober.	2400
5. N. cinerea Oliv.	Vereinzelt im ganzen Gebiet. Sommer.	2300
6. N. nitida Pictet (?)	Ebenso.	2300
7. Leuctra nigra Oliv.	Ebenso.	2300
8. L. fusciventris	Zuflüsse des Partnunsees.	1900
9. Ecdyurus helveticus Eaton. . .	Bäche des ganzen Gebiets in grösster Häufigkeit und weitester Verbreitung. Ebenso Tirol.	2400
10. Baëtis alpinus Pictet.	Ebenso zahlreich und weit verbreitet.	

Die in der Liste zusammengestellten Insektenlarven gehören der grossen Mehrzahl nach ausschliesslich dem fliessenden Wasser an. Das bezieht sich ganz speziell auf sämtliche genannten Perliden, Ephemeriden und Phryganiden, aber auch auf *Osmylus* und, unter den Dipteren, auf *Simulia*, *Liponeura striata* und gewisse *Chironomus*-Arten. Auch Pictets trefflichen Aufzeichnungen ist zu entnehmen, dass Perliden-, Ephemeriden-

Digitized by Google

und Phryganidenlarven in den Hochgebirgsbächen faunistisch stark in den Vordergrund treten; sobald diese nur permanent sind. So steigt, nach dem Genfer Forscher, *Dictyopteryx alpina* bis zur Schneegrenze empor. Am Matterhorn fand Pictet das Tier bis zu 2000 m Höhe. Auch *Nemura nitida* folgt den Bergbächen von Jura und Alpen bis zu bedeutender Höhe. Dagegen sollen die Perliden direkt den Gletschern entspringende Bäche meiden. Immerhin dauern die Larven von *Perla* und *Nemura* auch unter dem Eis aus, wie mich die Untersuchung des Schanielenbaches mitten im Winter lehrte. Auch am Ausfluss des Muttsees fristeten sie am 26. Juli unter dickem Eis, in Wasser von 0,5° C., als echt glaciale Tiere ihr Leben.

Alle diese Tiere machen ein dem reissenden Gebirgsbach durchaus angepasstes faunistisches Element aus. Die Käfer und Käferlarven dagegen sind als mehr zufällige Gäste im fliessenden Wasser zu betrachten. Den allergrössten Anteil an der Zusammensetzung der Bachfauna nehmen durch weiteste Verbreitung und oft massenhaftes Auftreten *Chironomus*, *Liponeura* und *Simulia*. Aber auch *Ecdyurus* und *Baëtis*, sowie manche der genannten Larven von Perliden und Köcherfliegen, bedecken die Unterfläche der Steine in zahlreichsten Exemplaren Selten ist *Osmylus maculatus;* mehr vereinzelt bleiben *Philopotamus ludificatus*, *Halesus ruficollis*, die beiden *Rhyacophila*-Arten, *Dictyopterix intricata* und *Leuctra fusciventris*. *Pedicia rivosa* bewohnt vorzüglich die kleinen Deltas, welche etwa Bäche bei ihrem Eintritt in Bergseen bilden.

Zahlreiche Larven überwintern, wie schon angedeutet wurde, im Gebirgsbach. Die Brunnen und Bäche von Partnun beherbergten am 26.—27. Dezember unter Schnee und Eis *Dictyopteryx alpina*, *Simulia*, Phryganiden und *Chironomus*. Für die Ebene meldet Schmidt-Schwedt ähnliche Verhältnisse. Die Fauna der Hochgebirgsbäche kehrt an entsprechenden Lokalitäten in beinahe derselben Zusammensetzung immer wieder. Dies konnte ich an den raschfliessenden Gewässern des Rhätikon, des St. Bernhard und Tirols leicht konstatieren. Besonders die geflügelten Insekten werden sich von Ort zu Ort leicht verbreiten und so eine ähnliche Larvenbevölkerung auch in weit auseinander liegenden Bächen hervorrufen. Asper und Heuscher zählen, nach den Bestimmungen von Ris, die Phryganiden des Murgthals in den St. Galler Alpen auf. Die Liste umfasst 28 Formen; unter ihnen fehlt nur eine unserer Rhätikonarten, *Drusus monticola*.

Auch in den Verzeichnissen von Heller und v. Dalla Torre über die Neuropteren und Orthopteren der Tiroler Hochgebirge stossen wir auf die uns aus dem Rhätikon bekannten Namen: *Drusus discolor*, *D. monticola*, *Halesus ruficollis*, *Nemura variegata*, *N. cinerea*, *Leuctra nigra*, *Dictyopteryx alpina*, *Chloroperla rivulorum*, als Bewohner der Bäche über 1700 m Höhe.

Vergleichen wir endlich die Fauna unserer Alpenbäche mit derjenigen der Bergbäche der Azoren, die ähnliche physikalische Bedingungen bieten — Temperatur von 14—15°, sehr reines Wasser, starkes Gefäll, Austrocknung während der warmen Jahres-

Digitized by Google

zeit —, so ergeben sich auch hier Analogien. Barrois und de Guerne fanden in den azorischen Wasserläufen, mit wenigen anderen Tieren vermischt, *Planaria polychroa*, *Cypridopsis villosa*, *Cyclops fimbriatus*, *Sperchon brevirostris*, *Gammarus guernei*.

In den Gebirgsbächen scheint sich das Insektenleben in den Monaten Juli und August am reichsten zu entfalten, während in der Ebene sich die grösste Fülle von aquatilen Insektenlarven schon im Mai entwickelt, und im Hochsommer eher eine Verarmung der Gewässer eintritt.

Der gemeinschaftliche Stempel, den die eigentliche Gebirgsbachfauna trägt, giebt sich nach verschiedener Seite kund. Je stärker das Gefälle und der Wassersturz, desto zahlreicher und gleichzeitig deutlicher treten in der Tierwelt die Anpassungserscheinungen an den Bach hervor.

Der weitgehende Mangel an pflanzlicher Nahrung drängt die grosse Mehrzahl der echten Bachbewohner zu Fleischnahrung und besonders zu räuberischem Erwerb. Räuber sind die Hydrachniden, die Larven von Perliden und zum grössten Teil auch diejenigen der Phryganiden. Die Perlidenlarven machen, nach Pictet, Jagd auf Larven von Eintagsfliegen, von denen sie übrigens selbst wieder verfolgt werden. *Planaria alpina* fällt, nach Voigt, gewissen Phryganidenlarven zum Opfer; der Tisch der Planarie aber ist ausschliesslich mit tierischer Kost, lebender und toter, bestellt. Von den Larven der Köcherfliegen meldet Pictet, und nach ihm andere Forscher, dass sie gleichzeitig herbivor und carnivor seien. Sie überfallen Wasserinsekten und verschonen dabei nicht ihre nächsten Verwandten. Immerhin können diese Tiere monatelang ohne Nahrung bleiben, eine Eigenschaft, die ihrem Gedeihen unter den ungünstigen Bedingungen des Gebirgsbaches Vorschub leisten wird. Als sehr räuberisch werden speziell die Vertreter der Gattung *Rhyacophila* geschidert, die, wie schon Pictet kemerkte, Bäche des Hochgebirgs bevorzugen. Einem gemischten Nahrungsregime huldigen auch die Larven der Eintagsfliegen. Ihre Vertreter im Gebirgsbach aber, *Baëtis alpinus* und *Ecdyurus helveticus*, scheinen ausschliesslich carnivor zu sein. Auf organischen Detritus verschiedener Art sind wohl die Dipterenlarven der Gebirgsbäche angewiesen. So können von der Tierwelt der Sturzbäche höchstens die Limnäen, die übrigens dem stehenden Gewässer ebensogut angehören, wie dem fliessenden, als reine Pflanzenfresser beansprucht werden.

Ein zweites Merkmal der echten Bachbewohner liegt in der vollkommenen Aufhebung der Schwimmfähigkeit. Während im langsamer fliessenden Strom und Fluss kräftige Schwimmer, Salmoniden, Insekten, dem Andrang des Wassers noch Stand zu halten vermögen, ist diese Möglichkeit für den Sturzbach ausgeschlossen. Schwimmeinrichtungen, welche die nächstverwandten Geschöpfe des ruhenden Wassers auszeichnen, gehen den Bachtieren ab. So besitzen die Hydrachniden der Sturzbäche, wie ausgeführt wurde, keine Schwimmhaare. Noch jüngst beschrieb Thon, unter dem Namen *Albia stationis*, eine neue Hydrachnide aus der fliessenden Elbe, die Schwimmhaare und Schwimmfähigkeit zum grössten Teil eingebüsst hat. Ebenso bleibt die zweite Antenne einer dem Alpenbach vollkommen angepassten *Paracypridopsis*-Art ohne Schwimmhaare.

Digitized by Google

Die ganze Schaar der Bachbewohner hält sich gedeckt im weniger rasch fliessenden Wasser unter den Steinen. Dort leben die Larven von Ephemeriden, Perliden, Phryganiden, dort finden sich massenhaft Larven und Puppen von *Osmylus*, *Simulia*, *Dixa* und *Liponeura;* an die Unterfläche der Steine schmiegen sich auch dutzendweise Individuen von *Planaria alpina* an. Andere Tiere, wie Hydrachniden und *Chironomus*, suchen Zuflucht in den dichten Rasen der Wassermoose, oder senken sich, wie die plumpe Larve von *Pedicia rivosa*, in den Schlamm des Untergrunds ein. Die Ortsbewegung der Tiergesellschaft im Bergbach wird oft aufgehoben, oder doch sehr eingeschränkt *(Simulia*, viele Phryganiden). Sie geht nie schwimmend vor sich, sondern stellt sich als ein Vorwärtsgleiten auf der ganzen, breiten Körperfläche (Planarien), oder ein Rutschen auf dem abgeplatteten Bauch (viele Insektenlarven) dar. In anderen Fällen — Perliden — vermitteln kräftige, krallenbewehrte Beine ein rasches Dahinrennen an der Unterfläche der Steine. *Chironomus*, *Tanypus* und *Simulia* bewegen sich vorsichtig spannerartig vorwärts, wobei sich die letztgenannte Gattung zudem noch mit selbstgesponnenen Fäden verankert. Die Hydrachniden klettern an Moosstengeln.

Strömung und Aufhebung der Schwimmbewegung verbietet es den Bachbewohnern, auch an die Oberfläche des Wassers emporzusteigen und Luft zu schöpfen. Besonders geeignet den Wildbach zu bewohnen, sind in dieser Richtung die aquatilen Larven der Orthoptera und Neuroptera. Sie atmen alle durch Tracheenkiemen, oder durch die allgemeine Hautdecke. Nie gehören sie zu den reinen Luftatmern. Kiemenatmer sind die Ephemeriden, die meisten Phryganiden und viele Perliden. Keine spezialisierten Atemorgane dagegen besitzen Rhyacophiliden und Nemuriden. Durch die Haut atmen ferner die Dipterenlarven der Gebirgsbäche. Gewisse *Chironomus*-Arten und die Puppen von *Simulia* tragen allerdings auch echte, schlauchförmige Kiemen. Dass *Planaria* hautatmend ist, braucht nicht betont zu werden. Aehnliches gilt vielleicht von den Hydrachniden, welche allerdings ein Tracheensystem besitzen, zu dessen Füllung aber niemals an die Wasserfläche emportauchen.

Die Anpassung an den Bergbach zeigt sich endlich am tierischen Körper in der allerauffälligsten Weise in einer Fülle von verschiedenen Einrichtungen, welche alle ein und denselben Zweck verfolgen, dem starkfliessenden Wasser zu entgehen, oder demselben Widerstand zu leisten. Als Mittel zu diesem Zweck möchte ich betrachten:

a) Die Kleinheit des Tierkörpers, der so im dichtesten Moos (Hydrachniden) sich bergen kann, oder wie die schlanken und geschmeidigen Larven von *Nemura*, *Leuctra* und mancher Dipteren in den engsten Ritzen und hinter den niedrigsten Vorsprüngen der wasserüberfluteten Steine Zuflucht und Schutz findet.

b) Die Abflachung des Körpers, der mit breiter Bauchfläche der Unterseite der Steine angepresst wird und so in der Unterlage gewissermassen aufgeht. Die geringe Körperhöhe bietet dem Wasserstrom nur wenige Angriffspunkte. Als treffliche Beispiele mögen hier *Planaria alpina*, vor allem aber viele dorsoventral ungemein zusammen-

Digitized by Google

gepresste Insektenlarven gelten. Selbst ihre Extremitäten breiten sich seitlich horizontal aus und verschmelzen gewissermassen mit dem unterliegenden Stein. Ich nenne spezieller die Larven von *Ecdyurus helveticus*, *Osmylus* und *Cyphon*. Auch manche Perlidenlarven passen sich flach dem Untergrunde an.

c) Der Bau von schützenden Verstecken. So halten sich die *Chironomus*-Larven der Bäche oft in aus Schleim und Sand errichteten Röhren auf und *Rhyacophila* baut unter den Steinen gedeckte Gänge.

d) Viele Phryganidenlarven der Alpenbäche versehen die Mündung ihres Gehäuses mit langen, quergestellten Holzsplittern oder Pflanzenstengeln. Andere rüsten die Unterfläche der Röhren mit schräg nach aussen und hinten gerichteten Pflanzenteilen aus, so dass oft die ganze dem Bachgrund zugewendete Seite des Gehäuses rauh und struppig wird. So verfahren besonders die Formen, welche sonst glattwandige, konische, leicht gebogene Röhren aus Sand aufbauen. Auch umfangreiche, langgestreckte Holzpartikel, die gewöhnlich schräg nach hinten gewendet werden, finden oft beim Gehäusebau Verwendung. Sie werden der Bauchseite sonst ganz steinerner Häuser einverleibt. In allen diesen eigentümlichen Zuthaten erblicke ich Bremsvorrichtungen, die das Gleiten auf der Unterfläche verhindern und so der Gewalt des Stroms entgegenarbeiten sollen. Die quergestellten Balken werden auch unmöglich machen, dass die mit ihnen ausgerüsteten Larven durch enge Spalten zwischen Steinen durchgeschwemmt werden.

e) Auch die Gewohnheit mancher Köcherfliegenlarven, ihre Röhren mit grösseren Steinchen zu beschweren, darf als Anpassung an das raschfliessende Wasser betrachtet werden. Die Limnophilen, welche Gebirgsbäche in so grosser Zahl bewohnen, fügen ihren Gehäusen einen oder einige grössere Steine bei. Das Gewicht derselben erreicht oft den mehrfachen Betrag desjenigen des ganzen Baues. Seligo verzeichnet ähnliche Beobachtungen.

f) In äusserst mannigfaltiger Weise bilden Tiere der reissenden Gewässer Fixationswerkzeuge aus. Hieher zählen die Haken und Krallen an den Extremitätenspitzen von Hydrachniden-, Perliden-, Phryganiden-, Ephemeridenlarven. Die Limnäen halten sich mit ihrer Kriechsohle fest; Köcherfliegen und *Rhyacophila* besitzen am Hinterende ihres Leibes Haftzangen. Das birnförmig verdickte Abdomen der Larven von *Simulia* trägt einen zur Fixation dienenden Kranz von Haken und daneben noch Saugwarzen.

Am schönsten aber illustriert die eigentümlichen Lebensverhältnisse des Bergbachs die merkwürdige Larve von *Liponeura striata* Löw. Das 5—10 mm lange Tier sieht asselartig oder myriapodenhaft aus; seine Oberfläche ist gewölbt, die Unterseite abgeflacht. Kopf und Brust bleiben ungeteilt, ebenso zeigen die drei Brustringe unter sich keine Einschnürung; dagegen setzen sich die sieben Abdominalringe, mit Ausnahme der beiden letzten, scharf von einander ab. Jedes der fünf unverwachsenen Abdominalsegmente, sowie die Hinterbrust, tragen einen doppelten Fixationsapparat: seitlich links und rechts je einen kräftigen Chitinhaken und ventral, auf der Medianlinie, je einen sehr funktions-

Digitized by Google

bereiten Saugnapf. Ausserdem besitzen die Ringe 2—6 zwei Büschel von Tracheenkiemen und seitlich, neben den Haken, je einen tentakelartigen Fortsatz.

Die sechs runden, auf Höckern stehenden Saugnäpfe stellen eine an der freien Spitze trichterartig eingesenkte Verstülpung der Leibeswand dar, deren Grund elastisch ist. Der weiche, wenig chitinisierte Rand der Saugnäpfe wird dem Stein angeschmiegt, während der Grund der Grube sich gleichzeitig von der Unterlage zurückzieht. So entsteht ein luftverdünnter Raum.

Eigentümlich sind auch die gewölbten, dunkelbraunen Puppen. Ihre flache Bauchseite liegt der Unterlage an, der Rand verwächst fest mit dem unterliegenden Stein. Vorn trägt die *Liponeura*-Puppe zwei hornartige, vierblättrige Tracheen.

Während die Puppen festgeklebt sind, kriechen die Larven ziemlich lebhaft umher. Ihre Saugnäpfe dienen sowohl der Bewegung, als der Fixation im reissenden Strom. Mit den seitlichen Tentakelanhängen scheint sich das Tier von der Unterlage abzuheben. Es dürften diese Bildungen wohl als Antagonisten der Haken und Saugnäpfe betrachtet werden. Die Imagines schweben über den Bächen und legen die Eier auf die vom Wasser unvollständig bespülten Steine.

Im unbewegten Wasser gehen Larven und Puppen von *Liponeura* rasch zu Grund; sie bedürfen zu ihrem Gedeihen des bewegten Elements.

Im Rhätikon bewohnen sie in grösster Menge alle rasch fliessenden Bäche. Ich fand die Larve während des ganzen Sommers, die Puppen häufiger im Spätsommer. Wierzejski beobachtete dasselbe Tier in einem wilden Gebirgsbach der Hohen Tátra, an Stellen, wo sich das Wasser mit der grössten Gewalt brach. Aber auch im deutschen Mittelgebirge kehrt *Liponeura* unter ähnlichen Verhältnissen wieder. Dewitz und Karsch zeigen ihre Gegenwart in der Ocker im Harz an; Simroth schreibt mir, dass er *Liponeura* aus Sturzbächen von Thüringen und des Voigtlandes kenne. Er spricht die Vermutung aus, *Liponeura* sei in den norddeutschen Gebirgen als alpin-glaciales Relikt aufzufassen. Diese Vermutung gewinnt an Wahrscheinlichkeit, wenn wir bedenken, dass Vorkommen und Verbreitung der Blepharoceride *Liponeura* sich deckt mit derjenigen von *Planaria alpina* und einer Reihe von Hydrachniden, für welche glacialer Charakter wohl nicht mit Unrecht angenommen werden kann.

Ganz ähnliche, dem wildesten Wasser angepasste Dipterenlarven fand F. Müller im brasilianischen Garciabach und seinen Zuflüssen. Sie gehören zu *Paltostoma torrentium*.

g) Eine grössere Anzahl von Insassen der Gebirgsbäche endlich trotzt dem Wasserstrom, indem sie sich an der Unterfläche definitiv festheftet. Als festgeklebt sind soeben die Puppen von *Liponeura* genannt worden; diejenigen von *Simulia* sind beizufügen, wie nicht minder zahlreichste, solid an Steine geheftete Phryganidenlarven. Das stark bewegte Wasser wird auch den vielen sessilen Bachbewohnern hinreichende Mengen von Nahrung und Sauerstoff zuführen, so dass der Verlust der Locomotion kaum schwer ins Gewicht fällt.

Digitized by Google

Im allgemeinen scheint die Dauer des Larvenlebens in den Gebirgsbächen eine lange zu sein. Auch dies steht vielleicht im Zusammenhang mit der Nahrungsarmut und der tiefen Temperatur des bewohnten Wassers. Die Larven der Perliden überwintern, nach Pictet, an tieferen Stellen des Bachbetts, wo sie eine mehr ausgeglichene Temperatur finden. Sie bleiben wahrscheinlich mehrere Jahre in unfertigem Zustand. Auch die Phryganidenlarven bringen den Winter lethargisch auf dem Grund der Gewässer zu; ähnliches gilt von den Ephemeridenlarven, deren Lebensdauer, nach Swammerdam, auf drei Jahre steigt.

Ueber die Anpassung der Hydrachniden an den Gebirgsbach ist in dem speziellen, der betreffenden Tiergruppe gewidmeten Kapitel ausführlich gesprochen worden.

Nach allem, was entwickelt worden ist, erscheint der Schluss durchaus gerechtfertigt, dass die Hochgebirgsbäche eine spezialisierte Fauna beherbergen. Diese Tierwelt zeigt eine Reihe von physiologischen Eigentümlichkeiten, welche den Bedingungen des bewohnten Mediums entsprechen. Manche Tiere haben sich dem fliessenden Wasser so speziell angepasst, dass sie ihr Leben im Teich, Tümpel und See nicht mehr zu fristen vermögen. Hieher sind zu rechnen eine Reihe von *Hydrachniden*, die zwei angeführten Ephemeriden, einige Phryganiden und besonders die Perliden. Letztere fehlen nach Schmidt-Schwedt in stehendem Wasser, sie sind selten in schwach fliessendem, häufig in reissenden Bächen. In Aquarien konnte sie Voigt nicht halten. Nur *Nemura variegata* lebt regelmässig auch in weniger bewegten Gewässern. Ausschliesslich dem Giessbach eigen ist auch *Osmylus maculatus*. Endlich beschränken sich sehr streng auf schäumendes Bachwasser *Simulia* und *Liponeura*, wie überhaupt die aquatilen Dipterenlarven biologisch scharf in verschiedenen Gewässern angepasste Gruppen zerfallen.

Wenn so Bach- und Seefauna der Hochgebirge einen wesentlich verschiedenen Charakter tragen, so stehen beide doch wieder in mannigfaltigen und täglichen biologischen und faunistischen Wechselbeziehungen. Dem See werden zunächst durch die Bäche Elemente der Tierwelt zugeführt, und andere durch den Abfluss entzogen. So erklärt es sich, dass reine Bachbewohner passiv in Gebirgsseen getragen werden können. *Sperchon* sammelte ich in den Wasserbecken von Tilisuna und Partnun. Im Lünersee erwies sich derjenige Abschnitt als faunistisch am reichsten, der dem Hauptzufluss am nächsten liegt. Dort lebten neben rein lakustrischen Arten auch zahlreiche, typische Bachbewohner. Auf der anderen Seite mögen zahlreiche der niederen Tiere, die wir als mehr zufällige, noch nicht fest eingebürgerte Gäste der Alpenbäche bezeichneten, besonders Rotatorien, Insekten, Entomostraken und Lamellibranchier, ursprünglich dem See entstammen. Im Ausfluss des Tilisunasees fand ich z. B. *Pisidium fossarinum*, in Partnun an ähnlicher Stelle seebewohnende Anneliden. So findet zwischen See und Bach ein faunistischer Austausch statt, der zur dauernden Bereicherung der Tierwelt des stehenden oder fliessenden Wassers führen kann, sofern die importierten Species sich als anpassungsfähig erweisen.

Digitized by Google

Die Bäche sind faunistische Abnehmer und Lieferanten der Hochgebirgsseen. Sie dienen gewissen lakustrischen Tieren als Verbreitungsstrassen.

Die Rolle als Ausfallpforten, als Vormarsch- und Rückzugswege der Tierwelt während und nach der Gletscherzeit fiel wohl in hohem Masse ebenfalls den kalten und schnellfliessenden Gebirgsbächen zu. Das bewegte Wasser mit seiner nur langsam sinkenden Temperatur, seinem zögernd eintretenden Eisverschluss und seiner reichlichen Durchlüftung bot tierischem Leben eine freundlichere Heimat beim Einbruch der Vergletscherung, als das Festland und auch als die stehenden Gewässer. In den Bächen überdauerten wahrscheinlich manche Tiere die Eiszeiten; praeglaciale Elemente der Süsswasserfauna sind vor allem in ihnen zu suchen. Vor den sich zu Thal senkenden Gletschern zogen sich allmählich manche Alpenbach-Bewohner durch die Wasseradern nach der Ebene zurück. In diesem Falle war wohl sicher *Planaria alpina*. Ihre geographische Verbreitung und die Gewohnheit des Winterlaichens bezeichnet sie als Eiszeitrelikt, dessen Hauptverbreitungscentrum die Hochalpen darstellen. Die Wohnorte teilen mit der Alpenplanarie die Vertreter der Hydrachnidengenera *Sperchon*, *Feltria*, *Thyas*, *Partnunia* und *Panisus* und die Larve der Diptere *Liponeura striata*. Sie bevölkern in weiter Ausdehnung die Sturzbäche der Alpen und kehren sporadisch zerstreut in kalten Bächen der Mittelgebirge wieder. Auch von ihnen scheint es nicht unangemessen anzunehmen, dass sie ursprünglich den Alpen angehörten und vor den anrückenden Gletschern auf dem ihnen offenstehenden Ausweg, den Bergbächen, langsam zu Thal zogen. Vielleicht waren sie begleitet von *Limnaea peregra*, *L. truncatula*, *Phreoryctes gordioides* und gewissen den Gebirgsbächen angehörenden Insektenlarven. Am Schlusse der Gletscherzeit verunmöglichte die steigende Temperatur dieser ganzen stenothermen Tiergesellschaft die Existenz in der Ebene. Planarien, Hydrachniden, Insektenlarven und Mollusken folgten, soweit sie nicht vernichtet wurden, den nach Norden und in die Gebirge zurückweichenden Gletscherrändern. Die Bäche, welche zum Vorstoss ins Flachland gedient hatten, fanden jetzt als Rückzugswege in die Gebirge neue Verwendung. Nicht nur in die Alpen, sondern auch in die Mittelgebirge zogen sich die glacialen Tiere zurück. Dort haben sie sich nur an isolierten Punkten, in dauernd kalten Bächen, bis heute als Eiszeit-Relikte halten können.

Aber nicht nur ehemalige Alpentiere wanderten am Schlusse der Gletscherzeit längs der Bäche ins Hochgebirge hinauf und eroberten so ihre alte Heimat wieder. Mancher Bewohner der Ebene, der die Vergletscherung überdauerte, schloss sich ihnen wohl an. Denselben Weg schlugen auch nordische Tiere ein, die vor dem Eis nach Süden wichen und später nach Norden zurück-, gleichzeitig aber auch in den Alpen emporwanderten. Vielleicht gehören zu dieser Tiergruppe, die der alpinen Bachfauna neue, nordische Elemente zuführte, gewisse auch im Norden vorkommende Arten von *Sperchon* und *Feltria*. Sicherer möchte ich *Atractides spinipes* hierher rechnen, der im Norden in weiter Verbreitung auch stehende Gewässer bewohnt, in den Alpen aber sehr vereinzelt der Bachfauna angehört.

Digitized by Google

Das System von postglacialen Schmelzwasserstrassen, das so reich entwickelt war, benützte, nach der wohl richtigen Ansicht von Zacharias, auch der Strudelwurm *Automolus morgiensis* Braun (= *Monotus lacustris* Zach.). Das Tier bewohnt vorzugsweise kühlere Gewässer. Forel und Duplessis fanden dasselbe in den grösseren Tiefen der subalpinen Seebecken (Genf, Neuenburg, Zürich), aber auch im hochgelegenen Lac de Joux, 1009 m, im Jura. Unter ganz ähnlichen Verhältnissen beobachtete Zacharias die Turbellarie in den Hochseen des Riesengebirgs und Braun im nordischen Peipussee. Endlich stiess ich auf den Wurm am Ufer und in der Tiefe des Lünerses und des Sees von Partnun. Die nächsten Verwandten von *Automolus*, *Monocelis spinosa* Jens. z. B., gehören nordischen Meeren an. Auch *Automolus* wäre, nach Zacharias, marinen Ursprungs. Es hätte sich der Platode dem Süsswasser angepasst und seine Verbreitungswege in den postglacialen Wasserläufen und Kanälen gefunden. Gebirgsbäche müssen ihm höchst wahrscheinlich den Zutritt zu den hochgelegenen Seen von Jura, Riesengebirge und Alpen gestattet haben. An Lokalitäten mit dauernd tiefer Wassertemperatur hielt sich bis heute der stenotherm-glaciale *Automolus*. Für die Cytheriden hält es Kaufmann nicht für unwahrscheinlich, dass sie nach dem Rückzug der Gletscher aus dem Meer durch ein System von Schmelzwasserstrassen in das süsse Wasser und zum Teil bis in die Gebirge einwanderten.

Die Gebirgsbäche mögen den Wasserbecken des Hochgebirgs seit dem Abschluss der Gletscherzeit manches faunistische Element geliefert haben und noch heute liefern. Durch sie drang allmählich neues aquatiles Leben gegen die Höhe vor. Natürlich konnten den Weg der Bäche nur Tiere einschlagen, die durch besondere Anpassung dem reissenden Strom Widerstand zu leisten imstande waren: Planarien, Schnecken, gewisse Insektenlarven (*Liponeura*) und wohl auch die kleinen Bachbewohner unter den Hydrachniden. Für die allmähliche Aufwärtsverbreitung der Insektenlarven längs der Bäche sorgten ausserdem ausgiebig die geflügelten Imagines, die zudem auch dem Vordringen von Hydrachniden Vorschub leisteten. Für Belebung der Hochgebirgsseen mit Tieren stehen seit dem Schluss der Gletscherzeit zwei Wege offen: passiver Import durch die Vehikel Vögel, Insekten, Wind und aktive Einwanderung durch die Bäche. Der erste Weg spielt auch heute noch eine grosse Rolle; der zweite wurde hauptsächlich benützt, als am Schluss der Glacialzeit die Gletscher und mit ihnen die Tierwelt des kalten Wassers in die Alpen zurückwichen. Heute hat er mehr historische und sekundäre Bedeutung. Dazu kommt, dass, wie gezeigt wurde, nicht alle Insassen der Bäche im stehenden Wasser ihr Leben fristen können. Darin liegt eine Einschränkung der Wichtigkeit von Bächen als Tierlieferanten der Seen.

Planarien, Schnecken, Hydrachniden können den Wasseradern folgend, aufwärtssteigend die Seen erreicht haben, doch ist auch für sie passiver Import nicht ganz ausgeschlossen.

Digitized by Google

6. Die allgemeine Verteilung der Tierwelt in Hochgebirgsseen.

Ehrenbergs vielfache Untersuchungen erbrachten den Beweis, dass niedere aquatile Tiere, besonders Protozoen, Rotatorien, Tardigraden und Nematoden in latenten Dauerzuständen bis auf die Hochgipfel der Alpen sich verbreiten. Die Monte Rosagruppe, die Berner Alpen, Grossglockner und Zugspitze lieferten das von Ehrenberg untersuchte Material.

Ungefähr gleichzeitig berichtete Perty in einer Reihe von Arbeiten zum ersten Mal ausführlich über das Vorkommen aktiv lebender, niederer Organismen in den Gewässern der Hochalpen. Seine speziellen Angaben fanden in den vorausgehenden, faunistischen Kapiteln ihren Platz. Der Berner Zoologe fand, dass unter dem Druck der Temperatur, der spärlichen Vegetation und des dadurch bedingten Nahrungsmangels die Tiere, und besonders Infusorien und Rotatorien, an Arten- und Individuenzahl mit der zunehmenden Höhe des Wohnorts rapid abnehmen. Eine mikroskopische, aquatile Alpenflora und Alpenfauna existiert nach seiner Erfahrung nicht. Die Wassertiere, so sagt Perty, seien nicht so streng an die Grenzen geographischer Verbreitung gebunden wie die terrestrischen Organismen. Zudem eignen sich einfache Tiere besser zur Existenz an hochgelegenen Wohnstätten, als kompliziertere, auf besonderes Zusammentreffen äusserer Bedingungen angewiesene Geschöpfe. Perty beobachtete also schon richtig die Thatsache, dass weit verbreitete und resistente Kosmopoliten in grosser Zahl sehr hoch in den Gewässern der Alpen emporsteigen.

Gewisse Hochgebirgsseen erklärt Perty für ganz oder nahezu tot, so den Daubensee auf der Gemmi, 2206 m, die Seen am Faulhorn und Stockhorn, den Engstlensee, die Gewässer des Simplonpass und den Lucendrosee auf dem St. Gotthard. Dagegen brachten reiche Ausbeute die übrigen grösseren und kleineren Wasseransammlungen auf der Passhöhe des St. Gotthard, und die Seen, Torfgruben und Pfützen der Grimsel. Die Zusammensetzung dieser hochalpinen Fauna wechselt zudem von Ort zu Ort nicht unbeträchtlich. Endlich fiel es Perty auf, dass mikroskopische Pflanzen an hochliegenden Fundorten in viel grösserer Species- und Individuenzahl und zahlreicheren typischen Formen vorkommen, als Infusorien und Rotatorien. Den Tierreichtum der Grimsel- und Gotthardseen, sowie des Ritomsees, bestätigte 1881 Asper. Ein grosser Unterschied in der Tiermenge jener hochgelegenen Becken und derjenigen von Seen der Ebene existiere nicht. Besonders treten die Tiere in den glacialen Gewässern oft in ungeheuren Individuenzahlen auf. Asper konstatierte ferner bereits, dass benachbarte Seen, wie der Ritom und die Gotthardseen, eine verschiedene Fauna enthalten können. Heute dürfen wir mit vollem Recht den Satz aussprechen, dass die Tierwelt in relativ zahlreichen limnetischen, litoralen und profunden Arten in hochgelegene Seen emporsteigt. Es werden von ihr sogar Wasserbecken erreicht, die in der Region ununterbrochenen Winters liegen. Gewisse Tierformen dauern dort ebensogut aus und vermehren sich ebenso lebhaft, wie unter dem winterlichen Eise der Ebene.

Digitized by Google

Zu diesem Ausspruch berechtigen uns besonders die Untersuchungen von Imhof an nivalen und subnivalen Seen des Kantons Graubünden, diejenigen von Heuscher im Gebiet der Grauen Hörner, von Blanchard und Richard in den Hochalpen von Briançon, von Fuhrmann in der Gotthardgruppe und eigene Erfahrungen, gesammelt im Rhätikon und auf dem St. Bernhard.

Imhof überraschte besonders die reiche Fauna der Seen von Mortels am Piz Corvatsch, 2520 und 2610 m, der Tierreichtum der Seen von Furtschellas und Prünas, 2680 und 2780 m, und die unerwartet grosse faunistische Ausbeute im Lej Sgrischus, 2640 m. Blanchard und Richard, die 26 Seebecken bis zu 2500 m abfischten, fiel der Reichtum an Arten und besonders an Individuen bis zu bedeutender Höhenlage auf. Sie sahen besonders Hirudineen, Amphipoden, Phyllopoden, Coleopteren und Rhynchoten hoch emporsteigen. Bis in Seen der bedeutendsten Erhebung herrschten Copepoden und Cladoceren, speziell die Gattungen *Diaptomus*, *Alona*, *Chydorus* und *Pleuroxus*. Damit kontrastierte die Molluskenarmut der französischen Hochalpen. Manche grosse und tiefe Seen beherbergten keine Weichtiere. Nur ein *Pisidium*, sowie *Limnaea truncatula* und *L. peregra* genossen weitere Verbreitung. Im höchsten der von ihm besuchten Seen der St. Gotthardgruppe fing Fuhrmann noch eine grosse Zahl von Tieren. (See von Cadlimo, 2513 m). Von den St. Bernhard-Gewässern waren noch sehr reich der untere See von Grand Lay, 2560 m, und die Weiher des Jardin du Valais, 2610 m.

Einige Beispiele mögen Reichtum und Zusammensetzung der subnivalen und nivalen Wasserfauna in verschiedenen Bezirken der Hochalpen zeigen.

Lac du Grand Charvia 2500 m Bei Briançon.	Weiher d. Jardin du Valais 2610 m St. Bernhard.	Lago Cadlimo 2513 m St. Gotthard.	Lej Sgrischus 2640 m Oberengadin.
1. Helobdella stagnalis.	1. Difflugia pyriformis.	1. Difflugia globulosa.	1. Difflugia pyriformis.
2. Alona affinis.	2. D. spiralis.	2. Gyrator hermaphroditus.	2. Cyphoderia ampulla.
3. A. costata.	3. Centropyxis ecornis.	3. Planaria alpina.	3. Anguillulide.
4. A. guttata.	4. Planaria alpina.	4. Monhystera spec.	4. Planaria alpina.
5. Pleuroxus excisus.	5. Dorylaimus stagnalis.	5. Euchlanis dilatata.	5. Monocerca spec.
6. Chydorus sphaericus.	6. Tripyla intermedia.	6. Asplanchna priodonta.	6 Notholca longispina.
7. Diaptomus denticornis.	7. Lumbriculus variegatus.	7. Notholca longispina.	7. Alona quadrangularis.
8. Phryganidenlarven.	8. Callidina elegans.	8. Diglena spec.	8. Cyclops spec.
	9. Euchlanis dilatata.	9. Saenuris variegata.	9. Canthocamptus spec.
	10. Daphnia zschokkei.	10. Chydorus sphaericus.	10. Cypris spec.
	11. D. longispina.	11. Cyclops strenuus.	11. Macrobiotus macronyx.
	12. Pleuroxus excisus.	12. Canthocamptus spec.	12. Hydrachnide.
	13. Chydorus sphaericus.	13. Chironomus spec.	13. Chironomus spec.
	14. Cyclops strenuus.	14. Larven v. Phryganiden.	14. Pisidium foreli.
	15. Canthocamptus spec.	15. Helophorus glacialis.	15. Trutta lacustris.
	16. Diaptomus bacillifer.	16. Hydroporus pubescens.	
	17. Macrobiotus macronyx.		
	18. Limnophilus spec.		
	19. Chironomus spec.		
	20. Hydroporus nivalis.		

Digitized by Google

Welche Tiergruppen, welche Gattungen und Arten in den Gebirgsgewässern die höchstgelegene Verbreitungsgrenze erreichen, ist in den einzelnen, faunistischen Kapiteln ausführlich genug besprochen worden.

Kurz seien die konstatierten, diesbezüglichen Verhältnisse noch einmal wie folgt resumiert.

Vertretung der einzelnen Tiergruppen in Gewässern der Hochalpen.

Tiergruppe	Hochalpen-Vertreter	Ob. Grenze m	Am höchsten steigende Form.
Rhizopoden	29	2820	Difflugia pyriformis Perty.
Flagellaten	24	2558	Ceratium hirundinella O. F. M.
Ciliaten	60	2635	Colpoda cucullus Ehrbg.
Spongien	1	1771	Spongilla spec.
Hydren	1	2400	Hydra fusca L.
Turbellarien	17	2780	Planaria alpina Dana.
Nemertinen	1	1815	Emea lacustris Dupl.
Nematoden	28	2610	Dorylaimus stagnalis Bast.
Rotatorien	87	2686	Callidina elegans Ehrbg.
Chaetonotinen	2	2189	Ichthydium larus Müll.
Oligochaeten	13	2610	Lumbriculus variegatus O. F. M.
Hirudineen	3	2500	Glossiphonia stagnalis L.
Bryozoen	3	2293	Cristatella mucedo Cuv.
Ostracoden	11	2445	Cypria ophthalmica Jur.
Centropagiden	6	2780	Diaptomus bacillifer Kölb.
Cyclopiden	12	2686	Cyclops strenuus Fisch.
Harpacticiden	8	2456	Canthocamptus cuspidatus Schmeil.
Cladoceren	37	2640	Alona quadrangularis O. F. M.
Branchiopoden	1	2400	Branchipus stagnalis L.
Amphipoden	6	2375	Gammarus pulex De Geer.
Tardigraden	1	2640	Macrobiotus macronyx Duj.
Acarinen	18	2600	Lebertia tau-insignita Lebert.
Rhynchoten	9	2610	Notonecta spec.
Collembolen	1	2340	Sminthurus pruinosus Tullb.
Trichopteren	36	2680	Limnophilus spec.
Neuropteren	2	2388	Sialis lutaria L.
Orthopteren	39	2600	Leuctra spec.
Dipteren	15	2686	Chironomus spec.
	471		

Digitized by Google

Tiergruppe	Hochalpen Vertreter	Ob. Grenze m	Am höchsten steigende Form.
	471		
Coleopteren	70	3270	Helophorus glacialis Villa.
Lamellibranchier . .	9	2640	Pisidium foreli Cless.
Gastropoden	15	2800	Limnaea peregra Müll.
Fische	13	2690	Salmo lacustris L.
Amphibien	6	2700	Triton alpestris L.
	584	Hochalpine Wasserbewohner.	

Es liess sich aus zahlreichsten Einzelfällen u. a. das allgemeine Gesetz deutlich ableiten, dass die horizontal am weitesten verbreiteten Organismen, d. h. die resistenten Kosmopoliten, auch vertikal in den Gebirgen am höchsten emporsteigen und sich gleichzeitig in der grössten Zahl von Alpenseen einbürgern. *Chydorus sphaericus* mag in dieser Beziehung als klassisches Beispiel dienen.

Wenn so sehr hochgelegene Wasserbecken eine relativ reiche Fauna aufnehmen, fehlt es auch nicht an hochalpinen Seen, von oft weniger bedeutender Elevation, die ganz oder fast ganz tierleer bleiben.

Im kleinen Schmelzwassersee am Viereckerpass, 2316 m (Rhätikon), fand ich bei wiederholtem Besuch nur die Kaltwasserturbellarie *Planaria alpina*. Für den Eisweiher auf der Todtalp an der Scesaplana gelang es mir erst nach vielen fruchtlosen Anstrengungen, eine bescheidene, aus spärlichen Individuen zusammengesetzte Fauna zu entdecken. (*Dinobryon sertularia*, *Notholca longispina*, *Diaschiza semiaperta*, *Furcularia micropus*, *Dorylaimus polyblastus*, *Macrobiotus macronyx*). Dabei liegt das Gewässer nur 2340 m hoch.

Das tierische Leben erlöscht beinahe ganz in den Gletscherseen von Orny. Im oberen Becken, 2820 m, dürfte höchstens *Difflugia pyriformis* zu Hause sein; im unteren See leben, abgesehen von Insektenlarven, vereinzelt *Difflugia pyriformis*, *Cyclops fimbriatus*, *C. strenuus* und *Callidina elegans*. Oede und kalte Geröll- und Schmelzwasserbecken des St. Bernhard, mit nur spärlich bewachsenen Ufern, wie der obere See auf dem Plateau de Cholaire und der südöstliche See im Hintergrund des Val Ferret, 2498 m und 2510 m, bieten nur einer äusserst dürftigen Fauna Wohnstätten.

Imhof kennt als besonders tierarm die kleinen, öden und ungastlichen Becken von Palpuogna, 1905, Saoseo, 2023, Pitschen, 2221, Teo, 2359, Nair, 2456, Materdell, 2500, Raveischg, 2500 und 2570 m, den Diavolezzasee und manche andere, die nur eine oder zwei Species von Bewohnern lieferten.

Kleine, kalte und vegetationslose Felsbecken der französischen Hochalpen trugen auch Blanchard und Richard eine nur bescheidene Ernte ein. (Lac noir auf dem Plateau du Gondran, 2300 m, Lac des Ecuelles auf dem Plateau de l'Alpavin, 2300 m).

Unter den Seen des Gotthardmassivs verzeichnet Fuhrmann als die ärmsten das

Digitized by Google

kalte Becken von Poncione negri, 2353 m, und den öden, von starker Strömung durchzogenen Behälter am Pizzo Tenelin, 2450 m.

Durch ganz besondere faunistische Armut kennzeichnen sich endlich die relativ tief liegenden, von **Pugnat** untersuchten Seen der Savoyeralpen. Die diesbezüglichen Verhältnisse stellen sich folgendermassen dar:

See	Specieszahl d. Bewohner
Lac Montriond, 1049 m	9
Lac du Salève I, 1170 m	4
Lac du Salève II, 1170 m	7
Lac du Salève III, 1170 m	16
Lac de Flaine, 1411 m	17
Lac de Gers, 1555 m	8
Lac Parchet, 1700 m	5

Pugnat giebt als Gründe der so spärlichen Entwicklung der Fauna die offene, gegen Wind und Wetter nicht geschützte Lage der Seen, ihre allzu starke Besonnung und die Armut der Flora am und im Wasser an. Die beiden ersten Ursachen dürften sich kaum als stichhaltig erweisen, da sonst gerade offenliegende und gut besonnte Gebirgsseen eine reiche Fauna zur Ansiedlung einladen (Garschinasee). Uebrigens bieten auch die Alpenseen Savoyens ein gutes Beispiel dafür, dass unmittelbar benachbarte Wasseransammlungen, wie diejenigen des Salève, eine recht verschiedene Fauna beherbergen können und dass die Abnahme des Tierreichtums mit der steigenden Höhenlage des Wohnorts nicht Hand in Hand geht.

Zur faunistischen Charakterisierung tierarmer Hochseen verschiedener Alpenabschnitte stellen wir die folgenden Notizen zusammen:

Lac des Ecuelles 2300 m Bei Briançon	Oberer See auf d. Plateau de Cholaire 2498 m St. Bernhard	Lago Poncione negri 2353 m St. Gotthard	See von Saoseo 2032 m Puschlav
1. Daphnia longispina.	1. Planaria alpina.	1. Difflugia constricta.	1. Cyclops spec.
2. Alona affinis.	2. Chydorus sphaericus.	2. Planaria alpina.	
3. Chydorus sphaericus.	3. Cyclops strenuus.	3. Chydorus sphaericus.	
4. Cyclops strenuus.	4. Chironomus spec.	4. Cyclops strenuus.	
		5. Cypris spec.	
		6. Helophorus glacialis.	

Oede und kalte Geröllseen von geringer Ausdehnung und Tiefe und einförmiger Uferbeschaffenheit, Becken, die in tiefen Felsenkesseln liegen, Eis- und Schneetümpel und Schmelzwasserweiher, kurzum Gewässer, denen Pflanzenwuchs und Wärme fehlt, beherbergen nur eine spärliche, aus wenigen resistenten Kosmopoliten und glacialen

Digitized by Google

Formen zusammengesetzte Tierwelt. Zu diesen Wasseransammlungen gehören im Rhätikon der Todtalpsee an der Scesaplana und das Becken am Viereckerpass, im Massiv des St. Bernhard, trotz relativ niedriger Höhenlage, der obere Lac de Cholaire, der obere Lac de Fenêtre und der Geröllsee von Plan des Dames.

Offene, sonnige Lage, hohe Wassertemperatur, reiche Gliederung der Ufer, schlammiger oder sandiger Untergrund, gute Entwicklung der Pflanzenwelt im und am See schaffen eine für zahlreichste Tiere passende Heimat und erlauben auch anspruchsvolleren Geschöpfen, sich in hochalpinen Becken anzusiedeln. Als Typus eines so reich belebten Sees mag der Alpenweiher von Garschina im Rhätikon gelten.

Dehnt sich die Fläche und Tiefe des Gebirgssees, so ruft dies gewöhnlich einer reichen quantitativen und qualitativen Entwicklung des Planktons (Lünersee).

Ungemein tierreich werden auch ganz seichte, kleine und überhitzte Tümpel und Weiher des Hochgebirgs, in denen zugleich die Flora üppig gedeiht. Blanchard und Richard untersuchten in den französischen Alpen eine ganze Reihe solcher kleinster Wasseransammlungen, die oft nur ein ephemeres Dasein haben. In austrocknenden Gebirgspfützen von beträchtlicher Höhenlage erbeuteten die französischen Zoologen: *Diaptomus bacillifer*, *D. denticornis*, *Ceriodaphnia pulchella*, *Scapholeberis obtusa*, *Daphnia longispina*, *Pleuroxus excisus*, *Chydorus sphaericus*, *Anneliden*, *Corixa carinata*, *Hydroporus palustris*, *H. griseostriatus* und *Phryganiden*.

Sehr reich ist auch die Tümpelfauna des Rhätikon. In einer kleinen Pfütze, 1930 m, in nächster Nähe des Partnunersees, die der Austrocknung und dem vollständigen Einfrieren ausgesetzt ist, sammelte ich in grösster Individuenmenge: *Difflugia pyriformis*, *D. acuminata*, *Trilobus gracilis*, *Monhystera stagnalis*, *Dorylaimus polyblastus*, *D. filiformis*, *Notommata aurita*, *N. ansata*, *Copeus caudatus*, *Diaschiza semiaperta*, *Mastigocerca bicornis*, *Euchlanis dilatata*, *Brachionus* spec., *Catypna luna*, *Anuraea aculeata*, *Eosphaera digitata*, *Saenuris variegata*, *Nais elinguis*, *Clepsine bioculata*, *Daphnia longispina*, *Acroperus leucocephalus*, *Alona lineata*, *A. rostrata*, *Pleuroxus exiguus*, *P. trigonellus*, *Chydorus sphaericus*, *Cyclops serrulatus*, *Macrobiotus macronyx*, *Neuronia ruficrus*, *Aeschna grandis*, *Hydrometra thoracica*, *H. lacustris*, *Corixa cognata*, *Chironomus plumosus*, *Chironomus* spec., *Simulia* spec., *Hydroporus nivalis*, *Pisidium fossarinum*, *Triton alpestris*, *Rana temporaria*.

Diese hochalpine Tümpelfauna weicht von der Tierwelt des unmittelbar benachbarten Partnunersees in allen wichtigen Punkten ab und nähert sich mit ihren Nematoden, Hirudineen, Rhynchoten und Amphibien derjenigen des Alpenweihers von Garschina, der weit entfernt liegt, aber seiner Bevölkerung ähnliche Lebensbedingungen bietet, wie der Tümpel von Partnun. Der grosse Reichtum periodischer Gewässer an Entomostraken gilt für Ebene wie für Gebirge. Bei der Besprechung der Fauna des Blatasees hat darauf noch jüngst Steuer hingewiesen.

Warme Schlammweiher am Rellsthalsattel, 2100 m, und nördlich vom Grubenpass, 2200 m, lieferten eine ähnliche faunistische Ausbeute. Dazu gesellten sich *Centropyxis*

Digitized by Google

aculeata, *Trilobus pellucidus*, *T. gracilis*, *Embolocephalus velutinus*, *Lumbriculus variegatus*, *Hydroporus nigrita*, *Agabus congener*, *A. chalconotus*, *A. bipustulatus*.

Zur Tümpelfauna stellt sich in scharfen Gegensatz die Tierwelt hochalpiner, von kalten Quellen erzeugter Felsweiher. Als ihr Typus kann die Bevölkerung des kleinen Sees im Gafienthal, 2313 m, oder diejenige des Weihers an den Kirchlispitzen, 2080 m, beide im Rhätikon, angesehen werden.

Von den 25 Bewohnern des Gafiensees sind besonders typisch folgende Formen: *Difflugia constricta*, *Planaria alpina*, *Phreoryctes gordioides*, *Cyclops vernalis*, *Canthocamptus rhaeticus*, *Niphargus tatrensis*, *Lebertia tau-insignita* und *Feltria minuta*. Durch ihr gleichzeitiges Vorkommen bedingen sie den faunistischen Charakter des Gewässers.

Der kalte Quellweiher der Kirchlispitzen beherbergt *Paramaecium* spec., *Epistylis flavicans*, *Opercularia nutans*, *Planaria alpina*, *Trilobus pellucidus*, *Callidina bidens*, *Notommata aurita*, *Phreoryctes gordioides*, *Daphnia longispina*, *Cyclops vernalis*, *C. serrulatus*, *Canthocamptus* spec., *Diaptomus bacillifer*, *Niphargus tatrensis*, *Macrobiotus macronyx*, *Leuctra nigra*, *Dictyopteryx alpina*, *Chironomus* spec., *Hydroporus nivalis*. Die Individuenzahl aller Formen bleibt unbedeutend.

Auch Mrázek unterscheidet in Böhmen faunistisch sehr scharf kalte Schmelzwassertümpel und warme, überhitzte Pfützen.

Die spärliche Fauna hochalpiner, kalter Felsengewässer erinnert einigermassen an die dürftige, von Steuer geschilderte Süsswassertierwelt des Karsts. Viele Gewässer jenes rauhen Gebirgskomplexes sind azoisch, oder entbehren wenigstens der Entomostraken. Nur wo die Vegetation üppiger wird, wächst auch das Ergebnis der Fänge. Die Hauptmenge der Karst-Entomostraken gehört zu den unter den ungünstigsten Verhältnissen lebenden Kosmopoliten. *(Cyclops strenuus, C. viridis, C. serrulatus, Chydorus sphaericus)*. So bieten der Karst und manche Gewässer der Hochalpen einer ähnlichen, armseligen und anspruchslosen Tierbevölkerung die nötigen Lebensbedingungen.

Da im Hochgebirge auf engem Raum in horizontaler und vertikaler Ausdehnung stehende Gewässer von sehr verschiedenem Charakter liegen, wechselt auch Reichtum und Zusammensetzung der Fauna von Becken zu Becken in sehr rascher Folge. Dabei nimmt an diesem faunistischen Wechsel von Ort zu Ort, wie gezeigt wurde, in höherem Masse die litorale, in geringerem Umfang die pelagische Tierwelt teil. Naheliegende Seebecken werden durch die Verschiedenheit ihrer äusseren Bedingungen faunistisch unähnlich gemacht, weit von einander abliegende Bergseen erhalten unter dem Druck gleichartiger Verhältnisse eine ähnliche Bevölkerung. Beispiele für dieses Verhältnis wurden in grösserer Anzahl im Kapitel über Plankton und Litoralfauna angeführt. Auf einiges sei noch aufmerksam gemacht.

Einen frappanten Fall zitiert Fuhrmann aus dem südlichen Gotthardmassiv. Der See von Punta nera, 2456 m, und der Lago scuro, 2453 m, liegen, durch einen Bach mit einander verbunden, nur 100 m von einander entfernt. Der erstere See ist klein und

Digitized by Google

seicht, sein Wasser mass am 1. August 12 ° C.; das letztere, grössere und tiefere Becken war zu derselben Zeit noch teilweise von Eis bedeckt; seine Wassertemperatur betrug 9 ° C. Im Lago di Punta nera wimmelten zahlreichste Organismen; besonders die pelagische Fauna erwies sich als sehr reich. Fast alle Tiere befanden sich in vollster Fortpflanzungsthätigkeit. Dagegen war der Lago scuro nur von spärlichen und unreifen Tieren belebt. Der erste See lieferte 33, der zweite 17 Species, nur 13 kamen in beiden gemeinsam vor. Uebersichtlich zusammengestellt gestalten sich die faunistischen Verhältnisse beider Seebecken wie folgt:

Punta nera, 2456 m.	Scuro, 2453 m.
1. *Difflugia pyriformis.*	1. *Difflugia pyriformis.*
2. *Difflugia* spec.	2. *Difflugia* spec.
3. D. constricta.	3. D. lobostoma.
4. D. globulosa.	4. Ceratium hirundinella.
5. Centropyxis ecornis.	5. *Mesostoma* spec.
6. C. aculeata.	6. *Planaria alpina.*
7. Vorticella spec.	7. Asplanchna priodonta.
8. *Mesostoma* spec.	8. *Daphnia longispina.*
9. Vortex truncatus.	9. *Acroperus leucocephalus.*
10. Automolus morgiensis.	10. *Pleuroxus excisus.*
11. *Planaria alpina.*	11. *Cyclops strenuus.*
12. Trilobus spec.	12. *C. serrulatus.*
13. Saenuris variegata.	13. *Diaptomus* spec.
14. Euchlanis dilatata.	14. Canthocamptus spec.
15. Polyarthra platyptera.	15. *Cypris* spec.
16. Metapidia spec.	16. *Macrobiotus macronyx.*
17. Monostyla spec.	17. *Culex* spec.
18. *Daphnia longispina.*	
19. Alona quadrangularis.	
20. *Acroperus leucocephalus.*	
21. *Pleuroxus excisus.*	
22. *Cyclops strenuus.*	
23. *C. serrulatus.*	
24. *Diaptomus bacillifer.*	
25. Canthocamptus cuspidatus.	
26. *Cypris* spec.	
27. *Macrobiotus macronyx.*	
28. *Culex* spec.	
29. Chironomus spec.	
30. Phryganidenlarven.	

Dazu kommen noch drei unbestimmte Rotatorien.

Digitized by Google

Die Namen der in beiden Seen lebenden Tiere sind durch besonderen Druck ausgezeichnet worden. Es zeigt sich, dass Punta nera dieselbe Fauna wie Scuro beherbergt, dass aber ausserdem in dem Becken, das günstigere Lebensbedingungen bietet, noch eine grosse Zahl von Rhizopoden, Turbellarien, Rotatorien und Insektenlarven ihr Leben fristen, die im Lago scuro nicht mehr gedeihen. Die grosse Mehrzahl dieser dem obersten See eigenen Formen entstammt der gewöhnlichen Fauna der Ebene.

Eine ganze Reihe ähnlicher Beispiele sehr verschiedener Bevölkerung horizontal nebeneinander liegender Hochgebirgsseen liefert das St. Bernhardgebiet.

Auf der obersten Thalstufe des Val Ferret liegen, auf engem Raum vereinigt und durch eine maximale Höhendifferenz von nur 90 m getrennt, drei umfangreiche, hochalpine Wasserbecken. Der weitgehenden Verschiedenheit ihrer äusseren Bedingungen entspricht ein überraschender Unterschied ihres quantitativen und qualitativen Tierreichtums. Trotzdem die Seen durch Wasseradern verbunden sind, gehören doch von 32 dort gesammelten Tierformen nur zwei gleichzeitig allen Becken an. Es handelt sich um *Chironomus*-Larven und um die hochalpine Turbellarie *Planaria alpina*.

Der nördliche See mit seinen sandigen und kiesigen, zum Teil auch sumpfigen Ufern, die überall sanft abfallen, und mit seiner ausgedehnten Wasserfläche beherbergt eine bunte Tierwelt. Zahlreiche Ufer- und Schlammbewohner der Ebene steigen in das sonnige Becken des Hochgebirgs. 22 Arten wurden dort gesammelt. Der oberste See des Val Ferret dagegen muss sich als ödes, ungastliches Geröllbecken mit vier in seltenen Exemplaren auftretenden Tierarten, ausschliesslich verschlagenen Insekten und der Bewohnerin aller kalten Gewässer, *Planaria alpina*, begnügen. Eine faunistische Sonderstellung endlich nimmt der mittlere, südwestliche See am Col de Fenêtre (Val Ferret) ein. Er teilt mit seinem höher gelegenen Nachbar nur zwei, mit dem tiefer liegenden nur sechs Bewohner, um daneben noch sieben eigene Formen zu beherbergen.

Von den 21 tierischen Organismen, die in den drei austrocknenden Geröllweihern des Jardin du Valais, 2160 m, erbeutet wurden, kehren in dem nahe-, wenn auch etwas tiefergelegenen See beim St. Bernhardhospiz, 2445 m, nur 11 wieder. Dieses umfangreiche und von gut gegliederten Ufern umschlosseue Seebecken dient 24 Tieren zur Heimat. Dabei beherbergt aber von den drei unmittelbar nebeneinander sich ausbreitenden und durch Wasseradern mit einander in offener Beziehung stehenden Becken des Jardin du Valais jedes wieder eine spezielle Fauna. Dem mittleren Weiher fehlen *Difflugia pyriformis*, *Callidina elegans*, *Euchlanis dilatata*, *Daphnia zschokkei*, *Chydorus sphaericus*, *Canthocamptus* und *Diaptomus bacillifer*; er besitzt dagegen die in den beiden anderen Wasseransammlungen nicht vorkommende *Daphnia longispina*. Das nördliche Becken charakterisiert die Gegenwart von *Difflugia spiralis* und *Acroperus leucocephalus*, das südliche die Anwesenheit von *Centropyxis ecornis* und *Dorylaimus stagnalis*.

Ein recht sprechendes Beispiel, wie in engbegrenztem Gebiet die Zusammensetzung und die Fülle der Fauna je nach den obwaltenden äusseren Bedingungen sich verändern

Digitized by Google

kann, bieten die beiden Alpenseen vom Plateau de Cholaire. Im unteren, geräumigen, offenliegenden und warmen Wasserbecken mit sanft ansteigenden, wohlbewachsenen Ufern, 2425 m, tummelt sich eine reiche limnetische und litorale Tiergesellschaft. 70 m höher, in einem kleinen, öden und kalten Gerölltümpel ist all' das bunte Leben erloschen. Wenige Individuen einiger genügsamer Kaltwassergäste — *Planaria alpina, Cyclops strenuus, Chydorus sphaericus* und *Chironomus* — fristen dort einzig noch ihr Leben.

Sehr verschieden endlich stellen sich in Bezug auf Fauna die Hochseen in der Combe de Drônaz; und wieder entspricht die Differenz in der Lebewelt der Verschiedenheit der Lebensbedingungen im bewohnten Gewässer.

Der untere See von Grand Lay, 2560 m, ein prächtiges, hochalpines Wasserbecken, von reicher Flächen- und Uferentwicklung, lädt eine mannigfaltige Tierwelt zur Besiedlung ein. Er nähert sich faunistisch nicht den unmittelbar benachbarten stehenden Gewässern, sondern dem ihm sehr ähnlichen unteren See am Col de Fenêtre, Val Ferret, von dem ihn doch ein hoher Gebirgskamm trennt. Etwas höher als der Lac de Grand Lay supérieur liegt in der Combe de Drônaz ein warmer, seichter Tümpel mit ausgiebiger Bevölkerung von *Diaptomus bacillifer, Euchlanis dilatata, Pleuroxus excisus* und *Hydroporus nivalis*, der obere See von Grand Lay, 2625 m. Nur mässig belebt ist der dritte See von Drônaz, 2570 m, während das höchst gelegene Becken, 2625 m, von einer nur armen, aber doch charakteristischen Tierwelt besetzt wird. Als besonders typisch wäre für jenen Hochsee ein Vertreter der Gattung *Pedalion* zu nennen.

Aber nicht nur in horizontaler, sondern auch in vertikaler Richtung folgen im Hochgebirge in durchaus unregelmässiger Weise Seen von sehr verschiedenartiger Fauna und sehr verschiedenem Tierreichtum aufeinander. Von einer allmälig eintretenden und stetig zunehmenden Verarmung der Gewässer mit der steigenden Höhenlage kann nicht gesprochen werden. Das beweisen schon die folgenden Zahlen.

a. Rhätikon.

Gewässer	Höhenlage m	Zahl der Tierspecies
1. Partnunersee	1874	95
2. Tümpel am Partnunersee . . .	1930	41
3. Lünersee	1943	81
4. Weiher an den Kirchlispitzen . .	2100	19
5. Tümpel am Rellsthalsattel . . .	2100	16
6. Tilisunasee	2102	80
7. Garschinasee	2189	90
8. Tümpel nördlich vom Grubenpass	2200	19
9. Gafiensee	2313	25
10. Viereckersee	2316	1
11. Todtalpsee	2340	6
12. Bäche und Quellen	1800—2350	82

Digitized by Google

b. St. Bernhard.

	Gewässer	Höhenlage m	Zahl der Tierspecies
1.	Nördlicher Lac de Fenêtre	2420	22
2.	Unterer Lac de Cholaire	2425	13
3.	St. Bernhardsee	2445	24
4.	Oberer Lac de Cholaire	2498	4
5.	Mittlerer Lac de Fenêtre	2498	15
6.	Oberer Lac de Fenêtre	2510	4
7.	Unterer See von Grand Lay	2560	19
8.	Unterer See von Drônaz	2570	11
9.	See vom Plan des Dames	2600	9
10.	Südlicher See vom Jardin du Valais	2610	17
11.	Nördlicher See vom Jardin du Valais	2610	16
12.	Westlicher See vom Jardin du Valais	2610	5
13.	Oberer See von Grand Lay	2620	6
14.	Oberer See von Drônaz	2630	7
15.	Unterer See von Orny	2686	6
16.	Oberer See von Orny	2820	1

c. St. Gotthard.

1.	Ritomsee	1829	57
2.	Sümpfe von Ritom	1835	11
3.	Cadagnosee	1921	44
4.	Lago di Alpe	2018	15
5.	Lago Tom	2023	45
6.	Sümpfe von Piora	2106	24
7.	Sümpfe von Piano porci	2200	39
8.	Lago Taneda	2293	17
9.	Lago Pizzo uomo	2305	12
10.	Lago Passo uomo	2312	35
11.	Lago Lisera	2344	14
12.	Lago Ponciono negri	2353	6
13.	Lago Corrandoni	2359	20
14.	Lago Pizzo Columbe	2375	29
15.	Lago Tenelin	2450	7
16.	Lago scuro	2453	18
17.	Lago Punta nera	2456	33
18.	Lago Cadlimo	2513	16

Digitized by Google

Alle gegebenen Zahlen sprechen deutlich dafür, dass die Höhenlage eines Wasserbeckens nicht direkt und in erster Linie auf quantitative und qualitative Beschaffenheit seiner Bevölkerung entscheidend wirkt. Seen von genau derselben Elevation sind sehr verschieden tierreich, während recht abweichende Höhenlage oft von gleicher Tiervertretung begleitet ist. In der Höhenskala der einzelnen Alpenabschnitte folgen sich in bunter Reihe tierarme und tierreiche Wasserbecken; erst über 2600 m stellt sich z. B. im St. Bernhardgebiet eine deutliche, nach oben rasch progressiv zunehmende Verarmung der Wasserfauna ein.

Für die Gestaltung und Zusammenfügung der Tierwelt eines Gewässers kommt eine lange Reihe zu einem komplizierten Ganzen sich verbindender Faktoren in Betracht. Sie liegen in den topographischen, meteorologischen, physikalischen, chemischen und floristischen Verhältnissen des betreffenden Seebeckens und seiner Umgebung. Als die wichtigsten dieser für die Fauna entscheidenden Punkte haben im Hochgebirgssee wohl zu gelten: Wassertemperatur, Dauer der Eisbedeckung, Tiefe des Sees und Ausdehnung seines Spiegels, Zufluss- und Abflussverhältnisse, Beschaffenheit von Ufer und Untergrund, Pflanzenwuchs am Seerand und im Wasser, Kalk- und Gasgehalt des Wassers. Je nach der Gunst und Ungunst der angedeuteten Verhältnisse bevölkern sich naheliegende Wasserbecken verschiedenartig und verschieden reich. Unter günstigen Bedingungen können sich höher liegende Seen reicher beleben, als Behälter von tieferer Lage.

Dass die Temperatur bei der Frage der Belebung von Hochgebirgsseen ein gewichtiges Wort mitspricht, zeigen schon die folgenden Zahlen:

See	Durchschnittstemp. im Sommer °C.	Zahl der Tierspecies
Garschina, 2189 m	13—16	90
Partnun, 1874 m	9—11,6	95
Tilisuna, 2102 m	10—12,8	80
Lünersee, 1943 m	7—12	81
Gafiensee, 2313 m	7,5—10	25
Todtalpsee, 2340 m	1—3	6

Durch die sinkende Temperatur werden manche Bewohner der Ebene mehr und mehr zurückgedrängt, und der Raum bleibt nur noch den resistentesten Kosmopoliten und stenotherm-glacialen Geschöpfen offen.

Beim Anstieg in die Gebirge werden die Lebensbedingungen für Wasserbewohner im allgemeinen immer ungünstiger. Die Seen verlieren an Umfang und Tiefe; die Vegetation am und im See schwindet; die mittlere Temperatur sinkt und die Dauer der Eisbedeckung verlängert sich; grobes Geröll und Felstrümmer bedecken einförmig mehr und mehr Ufer und Untergrund. Zuletzt häufen sich in einer gewissen Höhenlage die ungünstigen äusseren Verhältnisse in dem Masse, dass das tierische Leben erlischt. Die

Digitized by Google

Höhenlage eines Sees wirkt also indirekt auf die Gestaltung seiner Fauna, indem von ihr gewisse, das tierische Leben regelnde, äussere Bedingungen abhängen.

Doch gilt die Verschlimmerung der Lebensbedingungen nach oben nur in allgemeinen Zügen; im besonderen Fall gewährt ein höherliegender See tierischem Leben noch eine bessere Stätte, als ein tiefer gelegenes Becken. So tritt denn auch die Verarmung der Fauna nur zögernd und von Lage zu Lage schwankend ein. Die allgemeine Regel von der Abnahme tierischen Lebens nach oben erfährt zahlreichste, lokale Ausnahmen. Erst in höchsten Lagen, wo die ungünstigen Verhältnisse sich gebieterisch häufen, bleibt das Tierleben, progressiv an Arten und Individuen abnehmend, deutlich zurück.

Für die in grossen Zügen sich vollziehende Verarmung, der die aquatile Tierwelt mit dem Anstieg ins Hochgebirge unterworfen ist, mögen einige Daten sprechen.

Im Lac de Champex, 1460 m, beobachtete Studer ein relativ reiches Leben von Protozoen, Hydren, Rotatorien, Nematoden, Egeln, Cladoceren, Copepoden und Amphipoden. Eine vertikale Steigung von 1200—1400 m lässt all' diese reich entfaltete Tierwelt verschwinden. Die ungastlichen Moränenseen von Orny, 2686 und 2820 m, geben nur noch Difflugien und höchstens wenigen, resistenten Copepoden, Rotatorien und Insektenlarven Zuflucht. Der Artenreichtum beträgt im Lac de Champex 37; er sinkt im unteren Becken von Orny auf sechs, im oberen auf eine Species.

Der Tierreichtum von Seen der Ebene ist oft ein bedeutender. Für den Plöner See zählt Zacharias im Jahre 1892 226 Species tierischer Bewohner auf; Steck kennt aus dem musterhaft durchforschten Moosseedorfsee bei Bern einzig von Crustaceen, Hydrachniden und Rotatorien 65 Species. Damit fallen in Vergleich folgende Zahlen:

12 Gewässer des Rhätikon von 1874—2350 m Höhenlage beherbergten 223 Tierspecies.

Der reichste See, Partnun, 1874 m, zählte 95 Arten.

18 Seen der südlichen Gotthardgruppe von 1829—2513 m beherbergten 129 Tierspecies.

Der reichste See, Ritom, 1829 m, zählte 57 Arten.

5 Seen der Grauen Hörner bei Ragaz von 1902—2436 m beherbergten ca. 35 Tierspecies.

Der reichste See, Wangsersee, 2200 m, zählte ca. 22 Arten.

16 Seen der St. Bernhardgruppe von 2420—2820 m beherbergten 65 Tierspecies.

Der reichste See, St. Bernhardsee, 2445 m, zählte 24 Arten.

Oberhalb der subnivalen Grenze. d. h. einer Linie von 2300 m Höhe, gestalten sich die faunistischen Verhältnisse wie folgt:

Rhätikon, 3 Seen bis 2340 m	31 Arten.
Gotthard, 9 Seen bis 2513 m	66 Arten.

Digitized by Google

Graue Hörner, 3 Seen bis 2436 m	ca. 20 Arten.	
St. Bernhard, 16 Seen bis 2820 m	65 Arten.	

Für das Bernhardmassiv gelten ausserdem folgende Zahlen:

5 Seen von 2400—2500 m	44 Species.
4 Seen von 2500—2600 m	23 Species.
6 Seen von 2600—2700 m	26 Species.
1 See von 2820 m	1 Species.

Auf die Zone von 2400—2500 m sind beschränkt 21, auf diejenige von 2500 bis 2600 m 5, auf die von 2600—2700 m 3 Tierformen. Je höher wir nach oben steigen, desto seltener treten neue faunistische Elemente auf. 12 Tiere wandern am St. Bernhard durch alle Gürtel bis 2700 m. Es sind dies *Difflugia pyriformis, Planaria alpina, Callidina elegans, Euchlanis dilatata, Alona affinis, Acroperus leucocephalus, Daphnia longispina, Chydorus sphaericus, Cyclops strenuus, Diaptomus bacillifer, Limnophilus, Chironomus.* Imhof fand in 27 Seen von 600—2000 m 35 Arten Tiere, in 24 Becken von 2000 bis 2780 m nur 17 Species.

Diese Daten mögen genügen, um die allgemeine, nach oben fortschreitende Verarmung der aquatilen Fauna im Hochgebirge zu demonstrieren.

Die höchsten stehenden Gewässer der Hochalpen tragen überall denselben Charakter. Es sind öde und kalte Geröll- und Schmelzwasserseen. Desshalb setzt sich auch in den verschiedensten Abschnitten der Alpen die am höchsten emporsteigende Wasserfauna sehr gleichmässig aus denselben wenigen, resistenten Kosmopoliten und Glacialtieren zusammen. Nach unten werden die Seen nach ihren äusseren Bedingungen verschiedenartiger und daher wechselt auch der Charakter der Fauna in engem Raum in weiten Grenzen. Mit dem vertikalen Anstieg ins Gebirge wird somit gleichzeitig die horizontale Ausdehnung der einzelnen noch vorhandenen Tierspecies immer weiter und gleichförmiger. Zu diesem Verhalten der aquatilen Hochgebirgsbewohner steht, nach Heller, die Ausbreitung der subnivalen und nivalen Landtiere in Parallele.

Wasserbehälter von Mittelgebirgen, die in mancher Beziehung nach Lage und physikalischen Bedingungen alpinen Seen ähnlich sind, beherbergen auch eine der Fauna von Alpenseen analoge Tierwelt. Das ergiebt sich aus den sorgfältigen, faunistischen Untersuchungen Zacharias' an den stehenden Gewässern des Riesengebirgs, den Koppenteichen und den Kochelteichen. Trotzdem dieselben nur in mässiger Höhe liegen, zeigen sie doch eine Reihe wichtiger alpiner Eigenschaften, wie sich aus den folgenden Daten und ihrer Vergleichung mit dem einleitenden Kapitel über die äusseren Bedingungen der Hochgebirgsseen ergeben mag.

1. Der grosse Koppenteich. Höhenlage 1218 m, Länge 550 m, Breite 172 m, Fläche 6,63 ha, Maximaltiefe 23 m, Bodenbeschaffenheit brauner Moorschlamm.

Der See wird durch Quell- und Schmelzwasser gespiesen. Er stellt sich, wie sein Nachbar, der kleine Koppenteich, als Schmelzwassersee mit tiefer Durchschnitts-

Digitized by Google

temperatur dar, obwohl er reichlich von der Sonne bestrahlt wird. Im Jahr 1896 begann sich sein Spiegel am 18./19. November mit Eis zu bedecken, um sich am 22. November ganz zu schliessen. Am 7. März 1897 durchschlug eine Lawine die Eisdecke; am 13. Mai fieng das Eis sich zu lösen an; am 6. Juni endlich verschwanden die letzten Schollen. Der Eisabschluss hatte somit 196 Tage gedauert, d. h. ebenso lange, wie für einen Alpensee von etwa 1800—1900 m Höhenlage. Die Dauer der Eisbedeckung übertrifft diejenige des Silsersees und kommt derjenigen des Partnuner- und Lünersees gleich!

Hochsommertemperaturen des Seewassers im Grossen Teich:

11. Juni	11 ° C.
16. Juni	8,8 ° C.
19. Juni	12,0 ° C.
22. Juni	12,8 ° C.
5. Juli	11,9 ° C.
7. Juli	9,2—11 ° C.
16. Juli	13,5—14,2 ° C.

Die mittleren Sommertemperaturen betragen für den Partnunersee 9—11,6 ° C., für den See von Tilisuna 10—12,8 ° C., für den Lünersee 6,8—12,8 ° C.

Der grosse Teich besitzt einen oberirdischen Abfluss; die Durchsichtigkeit des Wassers ist bedeutend, die Bewachsung seiner Ufer spärlich. Im Wasser gedeihen keine Phanerogamen.

2. Der kleine Koppenteich. Höhenlage 1168 m, Maximaltiefe 6,5 m, Fläche 2,9 ha, Untergrund brauner Moorschlamm. Temperaturen im Hochsommer 6,5—13,9 ° C.

Beide Koppenteiche liegen in öden Felsenkesseln, mitten im Granit.

3. Kochelteiche.

Drei grosse Schmelzwassertümpel. Höhenlage 1240 m.

Länge m	Breite m	Tiefe m	Temperatur 30. Juni 97 °C.
70—80	30—35	1—1,5	5,8
40—50	30	1—1,5	5,5
40	17	1—1,2	7,8

14 Tage später betrugen die Temperaturen 8,7 °, 6,2 ° und 12,5 °. Die Durchwärmung und Abkühlung des dritten Beckens geht sehr rasch von statten. Die gegebene Charakteristik der Seen des Riesengebirgs könnte in allen Punkten für viel höher gelegene Wasserbecken der Hochalpen gelten. Besonders zeigt der grosse Teich, 1218 m. eine frappante Aehnlichkeit mit dem See von Partnun.

Dem entsprechen weitgehende faunistische und biologische Analogien.

Digitized by Google

Fauna des grossen Koppenteichs und des kleinen Koppenteichs.

Grosser Teich.	Kleiner Teich.
1. Arcella discoides Ehrbg.	—
2. Difflugia pyriformis Perty.	—
3. D. corona Wall.	—
4. D. globulosa Duj.	1. D. globulosa Duj.
5. Euglypha alveolata Duj.	2. E. alveolata Duj.
6. E. ciliata Leidy.	—
7. Cyphoderia margaritacea Schlumb.	—
8. Gymnodinium fuscum Ehrbg.	3. Gymnodinium fuscum Ehrbg.
—	4. Euglena viridis Ehrbg.
9. Loxophyllum meleagris O. F. M.	—
10. Paramaecium bursaria Ehrbg.	—
—	5. Stentor coeruleus Ehrbg.
—	6. Trachelius ovum Ehrbg.
11. Vorticella spec.	—
12. Mesostoma viridatum M. Sch.	7. M. viridatum M. Sch.
—	8. M. rostratum Ehrbg.
—	9. Macrostoma viride E. van Bened.
—	10. Macrostoma spec.
13. Vortex truncatus Ehrbg.	11. V. truncatus Ehrbg.
—	12. V. hallezii von Graff.
14. Stenostoma leucops O. Schm.	13. St. leucops O. Schm.
—	14. Gyrator hermaphroditus Ehrbg.
15. Automolus morgiensis Dupl.	15. A. morgiensis Dupl.
—	16. Prorhynchus stagnalis M. Sch.
—	17. P. curvistylis Braun.
—	18. Bothrioplana silesiaca Zach.
—	19. B. brauni Zach.
—	20. Planaria alpina Dana.
—	21. Mermis aquatilis Duj.
16. Dorylaimus stagnalis Duj.	22. Dorylaimus stagnalis Duj.
17. Diglena catellina Ehrbg.	—
18. Asplanchna priodonta Gosse.	—
19. Rotifer vulgaris Ehrbg.	—
20. Philodina roseola Ehrbg.	23. Ph. roseola Ehrbg.
21. Monostyla lunaris Ehrbg.	—
22. Oecistes spec.	—
—	24. Polyarthra platyptera Ehrbg.

Digitized by Google

Grosser Teich.	Kleiner Teich.
—	25. Anuraea aculeata Ehrbg.
—	26. A. serrulata Ehrbg.
—	27. Conochilus unicornis Rouss.
—	28. Theora spec.
—	29. Nais hamata Timm.
23. Nais elinguis O. F. M.	30. N. elinguis O. F. M.
—	31. Lumbriculus variegatus O. F. M.
24. Chaetogaster diaphanus Gruit.	—
—	32. Bohemilla comata Vejd.
25. Daphnia pulex Leyd.	—
26. D. longispina Leyd.	33. D. longispina Leyd.
27. Alona affinis Leyd.	34. Alona affinis Leyd.
28. A. guttata G. O. Sars.	—
29. Acroperus leucocephalus Koch.	35. A. leucocephalus Koch.
30. Chydorus sphaericus O. F. M.	36. Ch. sphaericus O. F. M.
31. Polyphemus oculus O. F. M.	—
32. Cyclops strenuus Fisch.	37. C. strenuus Fisch.
33. C. albidus Jur.	38. C. albidus Jur.
34. C. serrulatus Fisch.	39. C. serrulatus Fisch.
35. Lebertia tau-insignita Leb.	40. L. tau-insignita Leb.
—	41. Hygrobates longipalpis Herm.
—	42. H. nigro-maculatus Leb.
—	43. Frontipoda spec.
—	44. Sperchon brevirostris Koen.
—	45. Sp. glandulosus Koen.
—	46. Gnaphiscus setosus Koen.
—	47. Macrobiotus macronyx Duj.
36. Chironomus spec.	48. Chironomus spec.
—	49. Agabus congener Payk.
—	50. Helophorus aeneipennis Thomas.
37. Notonecta lutea Müll.	51. N. lutea Müll.
38. Trutta fario L.	52. T. fario L.
39. Triton alpestris Laur.	—
40. Rana fusca Roes.	—

Dazu kommen noch Larven von Phryganiden und Ephemeriden.

Dagegen fehlen in den Koppenteichen Heliozoen, Spongillen, Hydren, Hirudineen, Amphipoden, Bryozoen und Mollusken, d. h. alles Tiergruppen, die auch am Aufbau der hochalpinen Wasserfauna nur bescheidenen Anteil nehmen. Der Mangel an Mollusken

Digitized by Google

erklärt sich für die Gewässer des Riesengebirgs durch die Kalkarmut des krystallinischen Urgesteins.

In den Kochelteichen sammelte Zacharias eine höchst bescheidene Fauna, bestehend aus *Limnaea* spec., *Lebertia tau-insignita*, *Hygrobates longipalpis*, *Sperchon brevirostris*, *Chydorus sphaericus*, *Philodina roseola*, *Difflugia pyriformis*, *Chironomus*, *Dorylaimus* und Phryganiden. In stagnierenden Wassergräben bei 1386 m endlich fand er noch *Mesostomum viridatum*, *Vortex truncatus*, *Macrothrix* spec., *Chydorus sphaericus*, *Planaria alpina*, *Pisidium roseum*, *Catenula lemnae* und einige andere Formen mehr.

Die Teiche des Riesengebirgs tragen auch faunistisch hochalpinen Charakter. Von ihren 70 bis heute bekannten Bewohnern gehören mindestens 50 den Alpen an. Dabei setzt sich auch die aquatile Tierwelt des Riesengebirgs aus den beiden Hauptelementen zusammen, die wir als typisch für den Hochgebirgssee bezeichnen werden: aus einem Grundstock weitverbreiteter, resistenter und anpassungsfähiger Kosmopoliten und glacialen oder nordischen Relikten, die im kalten Gebirgswasser eine Zuflucht vor dem wärmer werdenden Klima gefunden haben. Zu der letzteren Gruppe gehören: *Automolus morgiensis*, *Planaria alpina*, *Cyclops strenuus*, *Lebertia tau-insignita*, *Sperchon brevirostris*, *Sp. glandulosus*, *Agabus congener*, *Helophorus aeneipennis* und vielleicht noch andere. Das Riesengebirge schiebt sich als ein faunistisches Bindeglied ein zwischen die Tierwelt der hochalpinen Gletscherseen und die glaciale Süsswasserfauna des hohen Nordens. Es ragt aus dem von Kosmopoliten bevölkerten Flachland als isolierte Zufluchtsburg nordisch-glacialer Tiere empor.

Auch das Plankton der Koppenteiche erinnert an dasjenige hochalpiner Seen. Es wird im Sommer beherrscht von Unmengen hochrot gefärbter Individuen von *Cyclops strenuus*. Zu ihnen gesellen sich, wie im Hochgebirge, *Daphnia pulex* und *D. longispina* und die für die Alpen typischen Angehörigen der Genera *Asplanchna*, *Polyarthra*, *Anuraea* und *Conochilus*.

Die vertikalen Wanderungen des hochalpinen Planktons scheinen dem Riesengebirge ebenfalls nicht zu fehlen. Wenigstens berichtet Zacharias, dass in den Koppenteichen die Daphnien während des Tags in die Tiefe sinken.

Verschiebungen der Fortpflanzungszeit einiger Tiere finden in den Koppenteichen in ähnlicher Weise statt, wie in den Alpenseen. Darüber wurde einiges in den speziellen Kapiteln gemeldet.

Endlich entspricht sich die allgemeine Verteilung der Fauna in den schlesischen Teichen und den Wasserbecken der Hochalpen. Da wie dort beherbergen einander naheliegende Behälter oft eine sehr verschieden zusammengesetzte Tierwelt. Der grosse Teich zählt 40, der kleine 52 Bewohner, beiden gemeinsam aber sind nur 21. Von den Rhätikonseen aber weichen die Teiche des Riesengebirgs faunistisch nicht weiter ab, als unter sich selbst. Aehnliche äussere Verhältnisse rufen an den soweit voneinander entfernten Lokalitäten auch einer analogen Fauna. Dafür mögen die folgenden Zahlen sprechen.

Digitized by Google

Grosser Teich, 1218 m, bewohnt von 40 Tierspecies. Davon kehren wieder im:

Partnunersee, 1874 m,	19 Species.
Tilisunasee, 2102 m,	14 „
Garschinasee, 2189 m,	15 „
Lünersee, 1943 m,	13 „

Kleiner Teich, 1168 m, bewohnt von 52 Tierspecies. Davon im:

Partnunersee, 1874 m,	24 Species
Tilisunasee, 2102 m,	16 „
Garschinasee, 2189 m,	17 „
Lünersee, 1943 m,	16 „

Die Gewässer des Riesengebirgs, und besonders der Kleine Teich, zeigen eine enge faunistische Verwandtschaft mit den Hochseen des Rhätikon. Am nächsten stehen sie durch ihre Tierwelt dem Seebecken im Felsenkessel der Sulzfluh, dem See von Partnun, dem sie auch topographisch und physikalisch am engsten verwandt sind. Der Kleine Teich und der Partnunersee beherbergen mehr gemeinsame Arten, als die beiden Teiche des Riesengebirgs.

Aus allem ergiebt sich, dass in einem relativ wenig hohen und mächtigen Gebirge, wie dem Riesengebirge, alpine Lebensbedingungen und damit faunistisch und biologisch alpine Verhältnisse in bedeutend tieferer Höhenlage eintreten, als im eigentlichen Hochgebirge. Diese Thatsache bildet eine willkommene Bestätigung für das später zu formulierende Gesetz von der oberen Grenze der Tierverteilung in Gebirgen von verschiedener Höhe und Mächtigkeit.

Seen der Centralalpen von der Höhenlage der Koppenteiche sind faunistisch viel weniger alpin, als die ebengenannten Gewässer des Riesengebirgs. Zum Beweis zähle ich die von Studer gesammelte Fauna des Lac de Champex auf, der doch 300 Meter höher liegt, als der Kleine Teich. Er beherbergt:

Amoeba proteus L., *Difflugia acuminata* Ehrbg., *D. pyriformis* Perty, *D. corona* Wall., *D. globulosa* Leidy, *Lesquereusia spiralis* Ehrbg., *Centropyxis aculeata* Ehrbg., *Nebela collaris* Leidy, *Euglypha alveolata* Ehrbg., *Arcella vulgaris* Ehrbg., *Lionotus anser* Ehrbg., *Lacrymaria* spec., *Paramaecium aurelia* L., *Stentor coeruleus* Ehrbg., *St. polymorphus* Ehrbg., *Hydra rubra* Lewes, *Dorylaimus stagnalis* Duj., *Salpina eustala* Hudson, *Gastropus Ehrenbergi* Imhof, *Philodina aculeata* Ehrbg., *Polyarthra platyptera* Ehrbg., *Anuraea cochlearis* Gosse, *Ichthydium larus* Müll., *Clepsine bioculata* Sav., *Aëlosoma* spec., *Pleuroxus nanus* Baird., *P.truncatus* O. F. M., *Alona quadrangularis* O. F. M., *Chydorus sphaericus* O. F. M., *Acroperus striatus* Liev., *Bosmina longirostris* O. F. M., *Cyclops affinis* Sars., *Canthocamptus zschokkei* Schmeil, *Gammarus pulex* L., *G. fluviatilis* Roesel, *Macrobiotus macronyx* Duj.

Die faunistische Liste des Lac de Champex umfasst ausschliesslich Kosmopoliten. Das nordisch-glaciale Element, das in den Koppenteichen schon eine kennzeichnende

Digitized by Google

Rolle spielt, fehlt ganz. Höchstens könnten in diesem Sinn gedeutet werden *Hydra rubra* und *Canthocamptus zschokkei*. Dabei liegt der See in einer Höhe von 1460 m, ist 4—5 m tief, 500 m lang und 200 m breit. Seine Ufer tragen Wald. Die Wassertemperatur bewegte sich im August zwischen zehn und zwölf Grad Celsius. Die Entwicklung einer reichen pelagischen Fauna verhindert die starke Strömung; Kalkarmut verbietet das Gedeihen von Mollusken. Dagegen bewegt sich im Schilf eine reiche litorale Tierwelt.

So bietet der Lac de Champex nur das Bild eines mässig bevölkerten Wasserbeckens der Ebene.

Sogar die kaum 1000 m hoch liegenden, von Frič und Vavrá untersuchten Seen des Böhmerwalds beherbergen typisch-alpine Faunen-Elemente. Ihr Plankton wird, wie im Hochgebirge, charakterisiert durch *Diaptomus denticornis* und *Daphnia longispina*. Auch *Automolus morgiensis* fehlt jenen Wasserbecken nicht, die sich faunistisch eng an die Hochseen der Tátra anschliessen. Mit ihnen könnten nach der Höhenlage verglichen werden die vier von Asper und Heuscher faunistisch näher geschilderten Seen des oberen Toggenburgs, 1092—1302 m. Ihre Flora ist einfach der Ebene entlehnt, ihre Fauna unterscheidet sich kaum von derjenigen pflanzenreicher, stehender Gewässer des Flachlands. Sie besteht aus den horizontal weit verbreiteten und vertikal hoch emporsteigenden Kosmopoliten. Dasselbe gilt für die Tierwelt der Appenzellerseen, Semtisersee, 1250 m, Fählensee, 1455 m, Seealpsee, 1142 m, des Thalalpsees am Mürtschenstock, 1105 m, der Seewenalpseen, 1621—1624 m, der Murgseen, 1673—1825 m und des Voralpsees an den Churfirsten, 1116 m. In dem letztgenannten Becken meldet sich das Hochgebirge allerdings durch die alpinen Käfer *Agabus solieri*, *Hydroporus griseostriatus* und *H. victor*. Die letztgenannten Fälle zeigen alle, dass die aquatile Fauna der Ebene sich im Hochgebirge unvermischt bis zu Höhen erhebt, in welchen sie im Mittelgebirge schon längst gleiale Beimischungen erhalten hat.

Was bei der Vergleichung von Mittelgebirge und Hochgebirge sich ergeben hat, behält seine volle Gültigkeit für das vertikale Emporsteigen der Fauna in verschieden hohe und verschieden mächtige Abschnitte ein und desselben Gebirgszugs. In mächtigen Gebirgsmassiven der Hochalpen — Bernina, St. Bernhard — werden die äusseren Bedingungen dem aquatilen Tierleben erst in beträchtlicherer Höhe feindlich, als in sekundären, niedrigeren und weniger breiten Ketten — Rhätikon, graue Hörner. So liegt denn auch die obere Grenze tierischen Lebens in den Gewässern jener höher, als in den Nebenketten. Mächtige, reich gegliederte Berggruppen von bedeutender mittlerer Erhebung und Breite besitzen noch in grosser Höhe bewohnbare Wasserbecken. Tiefe und Umfang der Seen nehmen langsamer ab, die Wassertemperatur sinkt weniger rasch, die Vegetation steigt höher hinauf, Fels und Trümmer beginnen die unumschränkte Herrschaft später als in weniger mächtigen Massiven. So steigt denn auch in den grossen Berggruppen die Fauna des Flachlands höher und ausgiebiger empor, als in Zügen von

Digitized by Google

sekundärer Bedeutung. Je höher die mittlere Erhebung und der Kulminationspunkt einer Gebirgskette liegt, desto höher liegen im allgemeinen auch noch tierischem Leben zusagende Seen. Die Dimensionen eines Gebirgs und die obere Grenze aquatiler Tierverbreitung stehen zu einander in direkter Beziehung. In gleicher Höhe gelegene Seen der nivalen und subnivalen Hochalpenregion beherbergen gewöhnlich eine reichere Fauna in bedeutenderen Massiven, als in kleineren Abschnitten des Gebirgsystems.

Die allgemeinen Sätze mögen zunächst spezielle Belege in Einzeldaten finden, die zeigen, bis zu welcher Höhe in verschiedenen Abschnitten der Hochalpen die verbreitetsten Wasserbewohner steigen.

	Höchster Fundort im Gebiet von			
	Rhätikon.	Gotthard.	Bernhard.	Oberengadin-Bernina.
	m	m	m	m
1. Difflugia pyriformis	2313	2456	2820	2640
2. D. globulosa	1874	2513	—	—
3. Centropyxis aculeata	2189	2456	2500	—
4. C. ecornis	2189	2456	2610	—
5. Hydra rubra	1943	1829	—	1908
6. Automolus morgiensis	1943	2456	—	—
7. Gyrator hermaphroditus	1943	2513	2560	—
8. Planaria alpina	2350	2513	2630	2780
9. Trilobus gracilis	2313	1921	—	—
10. T. pellucidus	2189	—	2420	—
11. Mononchus papillatus	2189	2375	—	—
12. Monhystera crassa	2189	—	2425	—
13. Dorylaimus stagnalis	2189	2023	2610	—
14. Euchlanis dilatata	2189	2456	2630	—
15. Philodina roseola	1874	2200	—	—
16. Notommata aurita	2189	2018	—	—
17. Mastigocerca bicornis	1930	1921	—	—
18. Diaschiza semiaperta	2340	2023	—	—
19. Anuraea aculeata	1930	1829	—	—
20. Notholca longispina	2340	2513	—	2640
21. Clepsine bioculata	2189	2200	—	—
22. Lumbriculus variegatus	2313	—	2610	—
23. Saenuris variegata	2189	2456	2500	—
24. Alona affinis	—	2375	2570	—
25. A. quadrangularis	—	2456	—	2640
26. Pleuroxus excisus	—	2456	2620	—

Digitized by Google

	Höchster Fundort im Gebiet von			
	Rhätikon.	Gotthard.	Bernhard.	Oberengadin-Bernina.
	m	m	m	m
27. Chydorus sphaericus	2313	2513	2610	—
28. Acroperus leucocephalus	2189	2456	2610	—
29. Daphnia longispina	2189	2456	2610	—
30. Macrothrix hirsuticornis	2102	—	—	2470
31. Candona candida	1943	2293	2560	2307
32. Cypria ophthalmica	2189	—	2445	—
33. Cyclocypris laevis	1943	—	2445	—
34. Cyclops fimbriatus	1943	2200	2686	—
35. C. serrulatus	2189	2456	2445	—
36. C. strenuus	2313	2513	2600	—
37. Diaptomus bacillifer	2102	2456	2620	2780
38. D. denticornis	2189	2018	—	—
39. Canthocamptus cuspidatus	2189	2456	—	—
40. Niphargus tatrensis	2313	2359	—	—
41. Macrobiotus macronyx	2340	2456	2610	—
42. Lebertia tau-insignita	2313	—	2600	—
43. Corixa cognata	2200	2375	—	—
44. Hydrometra costae	2200	2106	—	—
45. Nemura variegata	2189	—	2560	—
46. Notonecta glauca	2189	2312	—	2610
47. Sialis lutaria	2189	—	—	2378
48. Hydroporus nivalis	2313	2200	2620	—
49. Agabus bipustulatus	2313	2200	2425	2610
50. Pisidium nitidum	2189	1829	—	—
51. P. fossarinum	2313	—	2560	—
52. P. foreli	2102	—	—	2640
53. Limnaea truncatula	2189	1829	2420	2610
54. Phoxinus laevis	2189	—	2445	2392
55. Cottus gobio	2189	2359	—	—
56. Triton alpestris	2189	1829	—	—
57. Rana fusca	2189	2200	—	—

Der Rhätikon bildet eine verhältnismässig schmale Gebirgskette von relativ nur mässiger Erhebung. Keiner seiner durch tiefe Einschnitte getrennten Gipfel erhebt sich zu 3000 m Höhe, ein einziger übersteigt 2900 m, Scesaplana, 2969 m. Seine höchsten Wasserbecken liegen nur bei 2300—2340 m. Doch macht die Hauptmenge seiner

Digitized by Google

aquatilen Fauna schon auf bedeutend tieferer Stufe Halt. Nur 31 von weit mehr als 200 Wasserbewohnern überschreiten im Rhätikon die Grenze der subnivalen Region von 2300 m. Bei 2200 m tritt eine plötzliche und starke Verarmung der Tierwelt ein, nachdem sich das tierische Leben im sonnigen See von Garschina noch einmal zu voller Blüte entfaltet hat. Die Höhenzahl des Beckens von Garschina, 2189 m, spielt denn auch in der vorausgehenden Tabelle als Marke der obersten Tiergrenze eine grosse Rolle. In den alpinen Wasserbecken des Rhätikon, in Partnun, Tilisuna, Garschina und dem Lünersee, d. h. in einer Zone von 1874—2189 m, rekrutiert sich die Fauna wesentlich aus Elementen, die zum Teil schon im St. Gotthardgebiet, besonders aber am St. Bernhard und an der Bernina weit in die subnivale und nivale Region vordringen. Das bunte Tiergewimmel, das mit seinen Rhizopoden, Nematoden, Hirudineen, mit *Saenuris*, *Acroperus*, *Cypria ophthalmica*, *Cyclops serrulatus*, *Diaptomus*, Insektenlarven, Fischen und Amphibien in Garschina und noch tiefer stehen bleibt, bevölkert in gewaltigeren Gebirgsmassiven höher gelegene Gewässer. Es ist in die subnivale und nivale Zone, an die Grenze des ewigen Schnees gerückt worden.

Als Parallele mag erwähnt werden, dass auch in den Becken der Savoyeralpen, deren Gipfel und Kämme sich nur zu bescheidener Höhe erheben, die faunistische Verarmung auf tiefer Elevationstufe eintritt. Seen von 1500—1800 m Meereshöhe beherbergen dort eine Fauna, die nach Reichtum und Zusammensetzung in höheren Abschnitten der Alpen erst bei 2000—2500 m sich einstellt.

Der St. Gotthard besitzt eine bedeutende horizontale Ausdehnung, ohne indessen hervorragende Gipfel zu zählen. Immerhin überragen manche derselben die im Rhätikon nicht erreichte Linie von 3000 m, viele sind höher als 2900 m. Die Lage der Gotthardgruppe ist sehr central. Die mächtigere Entwicklung des ganzen Gebirgsstocks drückt sich darin aus, dass die Tierwelt der Ebene in den Gotthardseen bedeutend höher emporsteigt, als in den Gewässern des Rhätikon. Manche Formen allerdings erheben sich kaum höher, als in jener Grenzkette zwischen Vorarlberg und Graubünden. Besonders bleiben in der kalkarmen Gotthardgruppe die Mollusken weit zurück. Der höchste faunistisch untersuchte Gotthardsee liegt bei 2513 m; er wird noch von 16 Tierarten erreicht, während wir aus dem Rhätikon schon bei 2310 m fast tierleere Seen kennen. Ein wichtiger Grenzstein für die Tierverbreitung scheint im Gotthardgebiet der See von Punta nera mit 2456 m zu sein. Dort blüht die Fauna noch einmal kräftig auf, etwa wie im Rhätikon in Garschina bei 2189 m.

Fuhrmann giebt an, dass die subnivalen Seen der südlichen Gotthardgruppe an Tierspecies viel reicher seien, als diejenigen des Bernhardmassivs. Er nennt als Bewohner der Gotthardseen 62, als Bürger der Bernhardseen 44 Tierarten. Die letztere Zahl ist unrichtig, sie sollte auf 65 gesetzt werden, was aus meiner Publikation leicht hervorgeht. Ferner teilt Fuhrmann den drei höchstgelegenen Wasserbecken des St. Gotthard 45 Species Tiere zu, während drei in entsprechender Höhe des St. Bernhard-

Digitized by Google

gebiets gelegene Seen nur 31 Arten beherbergen sollen. Wieder erweist sich die zweite Zahl als unrichtig; sie ist durch 37 zu ersetzen. Mit dieser Korrektur fallen auch die Schlüsse weg, die Fuhrmann aus seiner Zahlengruppierung zieht. Thatsache bleibt einzig, dass in beiden Gebirgsstöcken, Gotthard und Bernhard, bei 2400—2500 m Höhe sich noch ein relativ reges aquatiles Tierleben entfaltet.

St. Bernhard. Das Gebiet, in dem die 16 faunistisch untersuchten Seen des St. Bernhard und von Orny liegen, zeichnet sich durch mächtige Gebirgsentwicklung aus. Flankiert von den gewaltigen Gruppen des Montblanc und des Grand Combin erhebt sich das Bernhardgebiet selbst zu bedeutender mittlerer Höhe. Im Westen wird es begrenzt vom Grand Golliaz, 3240 m, im Osten vom Mont Velan, 3680 m. Auch nach Süden lagern sich dem St. Bernhard noch beträchtliche Erhebungen vor, während nach Fuhrmanns Schilderung auf direkten Absturz nach der italienischen Ebene geschlossen werden könnte. Die Seen von Orny gehören bereits dem Montblancgebiet an.

Die Wasserfauna des St. Bernhard zeichnet sich durch sehr hohes Ansteigen der Bewohner des Flachlands aus. Eine lange Reihe von Tieren gehört dort der subnivalen und nivalen Region an, die im Rhätikon unter der Linie von 2300 m zurückbleiben. Die Fauna des Gafiensees im Rhätikon, 2313 m, z. B. hat ein viel alpineres Gepräge, als diejenige der viel höher gelegenen Wasserbecken des St. Bernhard. Die Tierwelt des Gafiensees zählt nur 50% weitverbreiteter Kosmopoliten; der Rest setzt sich aus glacialen Formen zusammen. In der Tierwelt des St. Bernhard dagegen steigt der Prozentsatz der Ubiquisten auf 75. Eine Verarmung der Fauna, die sich derjenigen im Todtalpsee und Viereckersee, 2340 und 2316 m, parallel stellen liesse, vollzieht sich im Bernhard-Ornygebiet erst bei 2700—2800 m. Die Liste lässt erkennen, dass manche Tiere im Massiv des St. Bernhard bei etwa 2600 m Halt machen. Dort beginnt der rapide Abfall der Fauna, den wir im Rhätikon etwa auf die Linie von 2200, in der Gotthardgruppe auf diejenige von 2400 m verwiesen.

Die Bernina stellt ein mächtiges, centrales Gebirgsmassiv von sehr bedeutender Gipfelerhebung dar. Eine ganze Reihe von Hochgipfeln übersteigen 3500 m; der Culminationspunkt, Piz Bernina, erreicht 4055 m. In der Berninagruppe liegen die Hochseen von Bitaberge, Cavloccio, Mortels, Sgrischus, Margum, Surlej, Palü, Furtschellas, Tempesta, Pitschen, Nair, Crocetta, viele Wasserbecken auf der Passhöhe der Bernina und manche andere mehr. Nordwestlich vom Silser- und Silvaplanersee erhebt sich eine beträchtliche Bergkette, deren Gipfel beinahe 3200 m erreichen. Sie trägt u. a. die Seen von Lunghino, Materdell, Gravasalvas und Tscheppa. Die Seen von Prünas gehören dem Piz Languard an, 3268 m.

Soweit die spärlichen Notizen einen Einblick in die faunistischen Verhältnisse gestatten, drängt sich der Schluss auf, dass die aquatile Tierwelt im Berninamassiv noch höhere Grenzen erreicht, als im Gebiete des St. Bernhard. Ueber 2600 m liegen im Oberengadin noch reich belebte Seen; eine ausgiebige Verarmung scheint in der höchsten

Digitized by Google

zoologisch untersuchten Gruppe der Hochalpen erst bei etwa 2700 m einzutreten. Die Oberengadiner Becken von Furtschellas und Prünas, 2680 und 2780 m, beherbergen noch ein sehr reiches Zooplankton, zusammengesetzt aus *Daphnia*, *Cyclops*, *Diaptomus bacillifer*, und *Heterocope robusta*. Auch Rotatorien und *Planaria alpina* fehlen nicht. Neben dieser wenigstens quantitativ reichen Fauna bleibt in Bezug auf Individuenmenge die Bevölkerung des unteren Sees von Orny weit zurück (2686 m). Der obere Ornysee gar (2820 m) enthält höchstens Difflugien.

Nach allen über vertikale Tierverteilung in Mittel- und Hochgebirgen und ihren einzelnen Abschnitten zusammengestellten Daten darf das allgemeine Gesetz wohl ausgesprochen werden, dass je höher und breiter ein Gebirge ist, desto höher auch die aquatile Tierwelt in die Berggewässer emporsteigt. In mächtigen und central gelegenen Gebirgsmassiven bleiben die Existenzbedingungen für tierisches Leben bis auf eine höhere Erhebungsstufe günstig, als in weniger mächtigen, peripherischen Nebenketten.

Wir werden kurz anzudeuten haben, dass dasselbe Gesetz auch für die Wassertierwelt der Hohen Tátra, des Kaukasus und besonders der Rocky Mountains gilt.

Zum Verhalten der Fauna liefert dasjenige der Flora ein interessantes Seitenstück. Heer zeigte, dass die gewaltige Gebirgsmasse des Monte Rosa die reichste nivale Pflanzenwelt trägt. Die Pflanzen erheben sich im Monte Rosagebiet beträchtlich über die Grenze, die ihnen in weniger mächtigen Gebirgsabschnitten, den Alpen von Glarus und Graubünden etwa, gezogen ist. Verteilung von Fauna und Flora hängt im Gebirge von denselben äusseren Faktoren ab; gleichzeitig fördert reiche Pflanzenentwicklung das Gedeihen der Tierwelt.

Stebler und Schröter machen darauf aufmerksam, dass gewisse Wiesenpflanzen in den Centralmassiven der Alpen auf eine höhere Erhebung gelangen, als in vorgeschobenen Ketten. Auch Lorenzi hält es für wahrscheinlich, dass im Friaul die Amphibien in den Alpen höher emporsteigen, als in den Voralpen. Mit den zoologischen und botanischen Befunden deckt sich, wie Lorenzi jüngst mit Recht betonte, das physikalische Verhalten. Richter und Marinelli zeigten nämlich, dass in Centralmassiven von bedeutender Erhebung die Insolation stärker wird, die Schneegrenze höher liegt und das Klima wärmer und trockener ist, als in peripherischen, weniger hohen Ketten.

Fuhrmann scheint den faunistischen Reichtum gewisser hochgelegener Seen vor allem durch die centrale Lage der Wasserbecken erklären zu wollen. Er sagt: „Il me semble que la superficie et la hauteur des montagnes qui entourent la région des lacs étudiés sont les facteurs les plus essentiels de leur richesse faunistique, tandis que la hauteur et la superficie de cette même région n'entrent qu'en seconde ligne. Donc une région de lacs, bien enfermée par des chaînes de montagnes, a une faune lacustre plus riche, que celle des régions isolées, comme c'est le cas pour le Rhætikon et plus riche que celle des régions ayant des montagnes sur un seul versant, comme c'est le cas pour la région du St.-Bernard."

Digitized by Google

Es wurde bereits betont, dass Fuhrmann gestützt auf unrichtige Zahlen den Seen des St. Gotthard einen grösseren Tierreichtum zuschreibt, als den Becken des St. Bernhard, und dass er sich von der Topographie des zuletztgenannten Gebirgsmassivs eine falsche Vorstellung macht. Ferner haben wir erfahren, dass Flora und Fauna in hohen und breiten Teilen eines Bergsystems höher emporsteigen, als in niedrigeren und schmäleren Ketten, und dass diese Thatsache einer physikalischen Erklärung zugänglich ist. Mächtige und daher tierreiche Gebirgsstöcke liegen nun allerdings in den meisten Fällen central und werden peripherisch von weniger bedeutenden Vorbergen und Ketten umgeben. Den faunistischen Reichtum aber verdanken sie ihrer Höhe und Breite und nicht, wie Fuhrmann will, der mehr irrelevanten Thatsache ihrer centralen Lage. Letztere könnte vielmehr den Import von Tieren aus der Ebene, der Hauptquelle für die Wasserfauna der Hochalpen, nur erschweren.

Die Gesetze, welche Zusammensetzung und Verteilung der Tierwelt in den Hochalpen regeln, behalten ihre Gültigkeit für die Tierwelt der Pyrenäen, der Hohen Tátra, des Kaukasus und der Rocky Mountains.

De Guerne und Richard haben uns gezeigt, dass die Seen der Pyrenäen, deren hochalpiner Charakter in der Einleitung nach dem Werk von Delebecque demonstriert wurde, auch eine echt alpine Lebewelt beherbergen. Im Lac d'Aumar, 2215 m, z. B. erbeuteten die beiden genannten Forscher: *Cyclops strenuus*, *Diaptomus* spec., *Alona affinis*, *Polyarthra platyptera*, *Notholca longispina* und *Ceratium longicorne*, d. h. eine Fauna, die ebensogut einen Hochalpensee von ähnlichen Bedingungen, wie der Lac d'Aumar sie bietet, bewohnen könnte.

Für die faunistische Beurteilung der Tátraseen stehen die Arbeiten von v. Daday und Wierzejski zur Verfügung. In den speziellen Kapiteln über die Vertretung der einzelnen Tiergruppen in den Gewässern der Hochgebirge fanden die Angaben der beiden Autoren eingehende Würdigung. Es erübrigt somit hier nur noch, einige ihrer allgemein faunistischen Resultate, die mit hochalpinen Verhältnissen grösste Aehnlichkeit zeigen, zu berühren.

Nach v. Dadays und Wierzejskis Angaben würde sich die Fauna zahlreicher Seen der Hohen Tátra, in der Höhenlage von 1095—2019 m, ungefähr folgendermassen zusammensetzen:

	Specieszahl.
Rhizopoden	16
Flagellaten	3
Ciliaten	1
Turbellarien	5
Nematoden	25
Rotatorien	23
Uebertrag	73

Digitized by Google

	Specieszahl.
Uebertrag	73
Chaetopoden	7
Hirndineen	2
Hydren	1
Spongien	1
Chaetonotinen	1
Branchiopoden	1
Cladoceren	28
Copepoden	22
Ostracoden	8
Tardigraden	1
Hydrachniden	1
Insekten	25
Lamellibranchier	4
Vertebraten	3
Summa:	178

Beide Zoologen stimmen in ihren Aussagen darin überein, dass auch in der Tátra Seen von gleicher Höhenlage, die unmittelbar benachbart liegen, eine quantitativ und qualitativ recht ungleiche Fauna beherbergen können. Eine regelmässige Abnahme des aquatilen Tierlebens nach der oberen Grenze lässt sich nicht beobachten. Im Gegenteil erweist sich mancher höher gelegene See dem tierischen Gedeihen günstiger, als tiefer liegende Becken. Wierzejski erblickt in diesem Verhalten einen Beweis dafür, „dass die Eigenschaft des Wassers einen mächtigeren Einfluss auf die Entwicklung der Tierwelt ausübt, als die Erhebung über den Meeresspiegel.“

Einige aus den Arbeiten der beiden Erforscher der Tátraseen gewonnene Zahlen mögen über diese Verhältnisse sprechen.

Höhenlage des Sees. m	Zahl der Tierspecies.	Höhenlage des Sees. m	Zahl der Tierspecies.
1059	33	1536	6
1131	34	1540	9
1143	4	1564	23
1226	15	1597	25
1356	32	1605	28
1404	39	1610	14
1507	48	1619	7
1516	19	1628	18

Digitized by Google

Höhenlage des Sees. m	Zahl der Tierspecies.	Höhenlage des Sees. m	Zahl der Tierspecies.
1635	20	1796	11
1645	20	1889	9
1652	21	1900	5
1667	31	1966	9
1675	15	1996	24
1693	9	1996	21
1694	11	2006	45
1700	4	2017	16
1711	11	2019	36
1795	16	2019	22

Von irgend einer ausgesprochenen Abnahme des tierischen Lebens nach oben kann somit in den Tátraseen bis zu 2000 m Elevation nicht die Rede sein. Am reichsten entfaltet sich das Tierleben in seichten, schlammigen, an modernden Pflanzenresten reichen Gewässern; öde und kahle Geröllseen bleiben faunistisch arm.

Bis zur Höhe von 2019 m erheben sich in der Tátra folgende Seebewohner:

Difflugia pyriformis, D. urceolata, D. acuminata, D. globulosa, Pontigulasia spiralis, Arcella vulgaris, Euglypha alveolata, Peridinium cinctum, Ceratium hirundinella, Vortex spec., *Macrostoma* spec., *Monhystera microphthalma, M. crassa, M. pseudobulbosa, M. tatrica. M. similis, Rhabdolaimus aquaticus, Chromadora bioculata, Trilobus gracilis, Tripyla filicaudata, Rotifer, Monostyla lunaris, Colurus uncinatus, Euchlanis deflexa, E. dilatata, Asplanchna brightwellii, Conochilus volvox, Cathypna luna, Floscularia mutabilis, Cyclops vernalis, C. strenuus, C. serrulatus, Canthocamptus minutus, C. staphylinus, C. pygmaeus, Diaptomus gracilis, D. denticornis, Chydorus sphaericus, Pleuroxus excisus, Alona quadrangularis, A. affinis, Acroperus leucocephalus, Daphnia caudata.*

Aus diesen Elementen setzt sich für die beiden bei 2019 m gelegenen Hochseen der Tátra eine quantitativ und qualitativ sehr verschiedene Fauna zusammen.

In der grössten Zahl der Tátraseen leben:

Difflugia pyriformis, D. acuminata, Trilobus gracilis, Euchlanis dilatata, Colurus uncinatus, Asplanchna anglica, Cyclops serrulatus, C. strenuus, C. viridis, C. vernalis, Canthocamptus minutus, Chydorus sphaericus, Alona quadrangularis, A. affinis, Acroperus leucocephalus, Daphnia pennata, Holopedium gibberum, Polyphemus pediculus und *Pisidium fossarinum.*

Es sind das mit wenigen Ausnahmen Tiere, die auch in den Gewässern der Hochalpen die weiteste horizontale und vertikale Verbreitung geniessen. Wie in den Alpen, so fehlen auch im Gebiet der Tátra die Genera *Sida, Limnosida, Bythotrephes, Leptodora* und *Asellus.*

Digitized by Google

Das nächste Kapitel wird uns zeigen, dass die hochalpine Wassertierwelt aus zwei Hauptelementen besteht, aus resistenten und anpassungsfähigen Kosmopoliten und aus stenothermen Kaltwasserbewohnern nordischer oder glacialer Herkunft. Genau dieselben faunistischen Bestandteile stellen sich in den Seen der Tátra ein.

Die Tierwelt der Tátraseen zeigt nach Zusammensetzung und Verteilung die grösste Aehnlicheit mit derjenigen hochalpiner Wasserbecken. Besonders gleicht sie in beiden Beziehungen der Fauna weniger mächtiger Alpenketten. Die Analogie mit dem Rhätikon z. B. fällt in die Augen.

Manche Tiere machen in den Gewässern der Tátra, d. h. eines relativ niedrigen Gebirgs, auf verhältnismässig tiefer Erhebungsstufe Halt, während sie in den mächtigen Centralmassiven der Alpen bedeutend höher emporsteigen. So bestätigt sich auch hier wieder der Zusammenhang von Gebirgsentwicklung und vertikaler Tierverteilung.

Für die Hochgebirgsseen des Kaukasus gilt das Gesetz wechselnder Gestaltung der Fauna von Becken zu Becken ebenfalls.

Brandt berichtet, dass der See Goktsha, 1904 m, keinen prägnanten, faunistischen Charakter besitze. Die Tierwelt der Ebene steigt in gewissen Gruppen — Gammariden, Hirudineen, Hydren, Spongillen, Hydrachniden — in denselben empor. Decapoden und Isopoden fehlen, dagegen finden sich Ostracoden und Copepoden. Auch Nais und *Chironomus* fehlen nicht. Endlich werden vier Fische und acht Mollusken aus dem Goktsha erwähnt. Richard bestimmte aus dem See folgende Entomostraken: *Cyclops strenuus*, *C. viridis*, *Canthocamptus* spec., *Diaptomus bacillifer*, *D. denticornis*, *Daphnia hyalina* und *Chydorus sphaericus*, d. h. eine vollständig hochalpine Gesellschaft.

Der seichte und trübe Tschaldyr, 1958 m, beherbergt eine wesentlich andere Fauna, als der krystallhelle und tiefe Goktsha. Sein Fischreichtum ist ein bedeutender (11 Species), dagegen treten die Wirbellosen an Zahl zurück. Für die Mollusken fehlt eine pflanzenreiche Uferzone mit festem Grund. So konnte Brandt im Tschaldyr nur zwei Weichtiere sammeln. Dagegen verzeichnet der genannte Autor Spongillen, Hydrachniden, *Cypris*, *Gammarus*, *Asellus* und von pelagischen Crustaceen *Daphnia hyalina*, *Leptodora hyalina* und *Bythotrephes longimanus*. Den letztgenannten Krebs konnte Richard im Tschaldyr nicht wiederfinden. Dagegen bestimmte er von dort neu *Cyclops strenuus*, *C. albidus*, *Diaptomus denticornis*, *Macrothrix hirsuticornis*, *Alona affinis*, *Alona guttata*, *A. rostrata*, *Pleuroxus personatus*, *Monospilus dispar*, *Ceratium longicorne* und *Plumatella repens*. Die faunistische Uebereinstimmung mit manchen Seen der Hochalpen fällt auch hier wieder in die Augen.

Richard erteilt ferner Auskunft über die Tierwelt einiger weiterer kaukasischer Wasserbecken in der Höhenlage von 1800—2000 m. Er macht folgende Angaben:

Lac Toumon:

Diaptomus bacillifer, Daphnia hyalina, Plumatella repens, Hydra spec.

Digitized by Google

Lac Tabiszkhuri:

Cyclops strenuus, Diaptomus bacillifer, Daphnia hyalina, Ceratium longicorne.

Lac Toporovan:

Cyclops viridis, Diaptomus bacillifer, Macrothrix hirsuticornis, Alona affinis, Leptodora hyalina.

Lac Bougdashène:

Cyclops serrulatus, Ceriodaphnia reticulata.

Alle Angaben über die Gewässer des Kaukasus zusammengehalten, ergiebt sich, dass die Zusammensetzung ihrer Tierwelt derjenigen der Hochalpenseen entspricht. Neben den Kosmopoliten spielen wieder stenotherm-glaciale Tiere — *Cyclops strenuus, Diaptomus bacillifer, D. denticornis* — eine grosse Rolle. Von Ort zu Ort allerdings verschiebt sich im Kaukasus, wie in den Alpen, der Fauna-Charakter in beträchtlichem Masse.

Beiläufig sei bemerkt, dass sich auch die Diatomeenflora der Hochseen Armeniens mit derjenigen hochalpiner Seen deckt. Brun spricht sich über diesen Punkt folgendermassen aus:

„Il y a la plus étroite analogie entre le groupement des Diatomées des lacs d'Arménie et ceux de nos lacs alpins. En voyant ces Diatomées, je me serais volontiers cru en présence de préparations faites sur le fond d'un lac des Alpes de 1000 à 2000 mètres d'altitude, en opposition à ce que je connais dans les lacs de notre plaine suisse."

S. A. Forbes behandelt in einem vorläufigen Bericht die Tierwelt der Wasserbehälter des nordamerikanischen Felsengebirgs. Er besuchte eine grosse Zahl hochgelegener und teilweise umfangreicher Seen. Bei 2358 m liegen der Yellowstone und Shoshone Lake, mitten in bewaldeten Bergen. Fast dieselbe Höhenlage besitzen der Lewis-Lake, 2354 m, der Heart-See, 2276 m, der Lake of woods, der Duck Lake, ein kaltes, tiefes, von Wald umschlossenes Seelein, an der Westseite des Yellowstonelake. In dichtem Wald liegt auch der Marylake, 2508 m. Endlich wurde ein von Wasserpflanzen und gefallenen Baumstämmen erfüllter Bergteich auf dem Norrispass, 2500 m, untersucht. Forbes' Arbeit lässt, trotzdem sie nur als vorläufige Mitteilung gilt, folgende allgemeine Schlüsse zu, die sich mit in europäischen Hochgebirgen erhaltenen Resultaten decken.

1. Die Fauna der Seen des Felsengebirgs wechselt in ihrer quantitativen und qualitativen Zusammensetzung von Ort zu Ort in sehr weiten Grenzen. Diese lokale Veränderlichkeit erklärt sich durch den von See zu See eintretenden, weitgehenden Wechsel der äusseren Bedingungen (topographische Lage, Tiefen- und Flächenausdehnung des Beckens, Beschaffenheit von Untergrund und Ufer, Wassertemperatur, Pflanzenwuchs im See, Zu- und Abflussbedingungen, Geologie der Umgebung). Forbes spricht sich über diesen Punkt klar aus, wenn er vom Grebe-Lake, einem einsamen, hochgelegenen Waldsee, sagt:

Digitized by Google

„This lake was an additional illustration of the fact that, in this high mountain region, where aquatic life seems oppressed with unusual difficulties, change in circumstances takes extraordinary effect, so that each lake has its distinct and special zoölogical character."

2. Die aquatile Fauna bevölkert in sehr grossem Reichtum auch die höchstgelegenen Seen des Felsengebirgs. Die ganze Sumpf- und Seefauna des Flachlandes mit ihren Blutegeln und Flohkrebsen, mit Wasserkäfern und Wasserwanzen, mit dem bunten Gewimmel verschiedener Insektenlarven, viele Oligochaeten und Schnecken der Ebene, ja sogar Spongillen, steigen im Felsengebirge bis zu Höhen von 2300—2500 m, während in entsprechender Lage der Alpen in der Regel nur noch eine beschränkte Zahl resistenter Kosmopoliten und stenotherm-glacialer Tiere ihr Leben fristen.

Im Mary-Lake, 2508 m, traf Forbes grosse Mengen von *Holopedium gibberum* und *Diaptomus lintoni* neben *Corethra*-Larven und *Daphnia schödleri*. Auf dem Grund lebten *Chironomus*, *Spongilla*, *Pisidium*, sowie Anneliden und Phryganiden. Reich war die litorale Insektenwelt. Besonders häufig traten zwei Arten von *Agabus* und *Deronectes griseostriatus* auf. Von Hirudineen nennt Forbes mehrere Arten von *Glossiphonia* und *Nephelis maculata*.

Der Teich auf dem Norrispass, 2500 m, wich von dem benachbarten nur 140 m tiefer liegenden Shoshonelake faunistisch bedeutend ab. Er lieferte Salamanderlarven, *Corixa*, *Chironomus*, *Corethra*, den Amphipoden *Allorchestes dentata* und eine grosse Zahl Entomostraken. Unter diesen letzteren herrschten *Diaptomus shoshone* und *Daphnia pulex*, sowie mehrere unbestimmte Arten von *Cyclops*, *Daphnia* und *Ceriodaphnia*. Endlich wurden Poduriden und *Lacinularia socialis* gesammelt. Die Fauna des hochgelegenen Gewässers hat somit als reich zu gelten.

Schacht betont, dass zahlreiche Vertreter der Gattung *Diaptomus* in die Bergseen der Rocky Mountains emporsteigen. *D. minutus* Lillj. lebt in Gletscherwasser; *D. sicilis* Forb., *D. piscinae* Forb., *D. lintoni* Forb., *D. shoshone* Forb., *D. ashlandi* Marsh und *D. tyrrelli* Poppe sind ebenfalls amerikanische Hochgebirgsformen. In der kalifornischen Sierra Nevada erreicht *D. signicauda* Lillj. häufig kleine Tümpel von 2000—3000 m Höhenlage. Das Genus *Diaptomus* erhebt sich also in reicherer Vertretung in das Felsengebirge, als in die Hochalpen, wo es nur zwei oder drei wesentliche Vertreter zählt. Leidy kennt aus höchstgelegenen Wasseransammlungen der Rocky Mountains eine bedeutende Zahl von Rhizopoden.

Günstige meteorologische oder klimatologische Verhältnisse erlauben es der Flora im Felsengebirge zu bedeutender Höhe anzusteigen. Auch die höchsten von Forbes untersuchten Seebecken liegen noch in dichtem Wald. Der Flora aber folgt die Fauna. Aeussere, in letzter Linie physikalische Daten gestatten in Nordamerika die reichliche Besiedlung hochgelegener Seen; sie bedingen es auch, dass sich in Europa die Wasserfauna in mächtigen Gebirgsgruppen höher erhebt, als in unbedeutenderen Massiven oder

Digitized by Google

Ketten. Zusammensetzung und Charakter der Tierwelt hochgelegener Gewässer steht in in der alten wie der neuen Welt unter dem Druck äusserer Faktoren.

3. In amerikanischen Gebirgsseen treten, nach den Untersuchungen von Forbes, eine lange Reihe kosmopolitischer Tiere auf, die auch in Europa weiteste Verbreitung geniessen. Ich nenne u. a. *Difflugia globulosa, Hydra fusca, Cyclops serrulatus, Daphnia pulex, D. schödleri, Sida crystallina, Scapholeberis mucronata, Eurycercus lamellatus, Simocephalus vetulus, Acroperus leucocephalus, Chydorus sphaericus, Holopedium gibberum, Polyphemus pediculus, Deronectes griseostriatus.* Die meisten dieser Tiere gehören in Europa auch den Hochalpen an, so dass eine bemerkenswerte faunistische Aehnlichkeit zwischen den grossen Gebirgen beider Continente entsteht.

Einen etwas selbständigen Charakter erhält die aquatile Tierwelt der Rocky Mountains durch das Genus *Allorchestes.*

Neben den Kosmopoliten scheint in den Seen des Felsengebirgs auch das zweite hochalpine Element, das stenotherm-glaciale, das wohl nordischen Ursprung hat, nicht zu fehlen. Ihm ist zuzurechnen *Deronectes (Hydroporus) griseostriatus* und mindestens ein Teil der *Diaptomus*-Arten. Ich erinnere nur daran, dass *D. minutus* Lillj. ausser amerikanischen Bergseen die Gewässer Islands, Neufundlands und Grönlands bis zum 69° N. B. bewohnt. Allgemeine Zusammensetzung und Ursprung dürfte für die Wasserbevölkerung der Rocky Montains und der Alpen identisch sein.

7. Zusammensetzung und Ursprung der Fauna von Hochgebirgsseen.

Wenn Forel mit vollem Recht annimmt, dass während der letzten allgemeinen Vergletscherung die Fauna der subalpinen Seen erlosch, und die grossen Wasserbecken erst postglacial durch aktive und passive Einwanderung eine neue Bevölkerung erhielten, so gilt dasselbe in erhöhtem Masse von den kleinen Wasseransammlungen des Hochgebirgs. Die etwa existierenden Seen, Teiche und Tümpel der Alpen verschwanden mit dem Vorrücken der Gletscher, und ihre Tierwelt starb aus. Imhofs Hypothese von die ganze Eiszeit überdauernden, subglacialen Bergseen und einer entsprechenden subglacialen Fauna wird kaum neue Verteidiger finden. Unsere heutigen Hochgebirgsseen sind im Anschluss an die Glacialzeit entstanden und ihre Bevölkerung entstammt ebenfalls postglacialer aktiver oder passiver Einwanderung. An der Peripherie der Gletscher allerdings, in Eistümpeln und Gletscherbächen, fristeten, wie heute, so auch damals, manche Organismen ihre Existenz weiter; im Centrum der Vergletscherung aber, im Hochgebirge, erlosch aquatiles Tierleben. Diese Ansicht äussern auch Asper und Heuscher.

Die heutige, postglaciale Bevölkerung der Hochgebirgsseen setzt sich, wie in zahlreichen Einzelheiten gezeigt wurde, aus folgenden Elementen zusammen:

Digitized by Google

1. Ungemein weitverbreitete, resistente und den verschiedensten Bedingungen sich anpassende Organismen in grosser Zahl. Ihre kosmopolitische Verbreitung lässt heute Schlüsse in Bezug auf ihre ursprüngliche Heimat nicht mehr zu. Sie verleihen der aquatilen Fauna der Alpen und anderer Hochgebirge einen ausgesprochen kosmopolitischen Charakter und eine weitgehende Aehnlichkeit mit der Tierwelt der Gewässer des Flachlandes. Diese Ubiquisten besitzen in hohem Grade die Fähigkeit, sich verschiedenen physikalischen und chemischen Verhältnissen des bewohnten Mediums anzuschmiegen. Sie sind nach Möbius Terminologie „eurytherm“ und „eurhyalin“. Gleichzeitig vermögen viele von ihnen Dauerstadien zu bilden, oder lange Perioden der Trockenheit auszuhalten.

Als Beispiele der Resistenzfähigkeit der betreffenden Tiere sei nur weniges angeführt. Imhof fand in hermetisch verschlossen aufbewahrten Schlammproben aus dem Genfersee, Gardasee und den Seen des Salzkammerguts noch nach Monaten und selbst nach Jahren lebende Tiere, von relativ hoher Organisation, wie Oligochaeten und Ostracoden. In Grundproben aus dem Lucendrosee auf der Passhöhe des St. Gotthard lebten nach drei Jahren unter hermetischem Verschluss noch tierische Organismen. Bekannt sind die Angaben in Ehrenbergs Mikrogeologie über Tardigraden, Rotatorien und Nematoden, welche in beträchtlicher Höhe der Monte Rosa-Gruppe gesammelt nach fast zweijährigem Fortleben in trockener Erde in Berlin durch Befeuchtung wieder zu aktivem Leben zurückgerufen werden konnten. Zacharias berichtet über die Eintrocknungsfähigkeit verschiedener niederer Tiere. Seine jüngsten diesbezüglichen Beobachtungen betreffen, neben Algen und Amoeben, *Philodina roseola* und *Diaschiza semiaperta*.

Eurytherme und eurhyaline Eigenschaften, sowie die Fähigkeit, Dauerstadien zu bilden, oder einzutrocknen, sichert zahlreichen niederen Tieren, die gleichzeitig zu aktiver Wanderung oder passiver Verschleppung geeignet sind, kosmopolitische Verbreitung. Diese Eigenschaften erlauben es auch tierischen Organismen, ihr Bürgerrecht in den verschiedenartigsten, hochalpinen Gewässern, die oft so extreme Lebensbedingungen bieten, zu erwerben. Nur durch äusserste Resistenzfähigkeit ihrer Vertreter erklärt sich die Ausbreitung der niederen Süsswasserfauna über Wohnorte, die in zeitlicher und örtlicher Folge so ausgiebigen Wechsel der Lebensbedingungen erleiden wie Hochgebirgsseen. Je besser ein Süsswasserorganismus den äusseren Einflüssen zu trotzen imstande ist, desto mehr kann er auf kosmopolitische Verbreitung rechnen. Daher steigen auch die reinsten Kosmopoliten am höchsten in die Eisweiher und in die überhitzten Tümpel der Gebirge empor.

Für das Hochgebirge liefern solche resistente Kosmopoliten in grosser Zahl hauptsächlich die Gruppen der Protozoen, Nematoden, Turbellarien, Oligochaeten, Rotatorien, Ostracoden, Copepoden, Cladoceren, Tardigraden, weniger ausgiebig die Hydrachniden und Mollusken.

So möchte es den Anschein haben, als ob in den Seebecken des Hochgebirgs eine

Digitized by Google

von den Gewässern der Ebene verschiedene Fauna nicht lebe, während die Tierwelt des Festlandes an beiden Lokalitäten doch bedeutende Differenzen aufweist. Heuscher ist dieser Ansicht und sucht die Uebereinstimmung der aquatilen Tierwelt in Ebene und Gebirge durch die Gleichheit der umgebenden Wasserbedingungen zu erklären. Die sehr differierenden meteorologischen Verhältnisse der Athmosphäre dagegen rufen im Flachland und Gebirge einer wesentlich verschiedenen Landfauna.

Immerhin gestalten sich die Bedingungen im See der Hochalpen und der Ebene noch lange nicht gleichartig genug, um einen durchaus gleichartigen, faunistischen Ausdruck zu finden. Neben den Kosmopoliten des Tieflandes beherbergt der Bergsee eine ganze Reihe von Tieren, die der Ebene entweder fehlen, oder dort nur selten auftreten. Sie drücken der Fauna hochalpiner Seebecken den charakteristischen Stempel auf. Dieses zweite Element übersah Fuhrmann, der den kosmopolitischen Anstrich der aquatilen Alpenfauna allzustark betont.

2. Die zweite Gruppe rekrutiert sich, im Gegensatz zu den eurythermen Ubiquisten, aus stenothermen Kaltwasserbewohnern mit begrenztem Verbreitungsbezirk. Sie beleben die Gewässer der Hochgebirge und kehren oft in weiter Ausdehnung im hohen Norden wieder. Der Ebene fehlen sie, oder bevölkern dort nur vereinzelte Inseln, die ihnen die nötigen glacialen Bedingungen, vor allem kaltes Wasser, bieten. Etwas häufiger treten diese glacial-stenothermen Tiere in kalten Gewässern der zwischen den Alpen und dem arktischen Norden gelegenen Mittelgebirge auf. Für einige stenotherme Aquatilia der Hochalpen steht der Nachweis nordischen Vorkommens noch aus, dürfte aber im Laufe der Zeit wohl zu erbringen sein. (*Planaria alpina*, gewisse Hydrachniden). Glacial-stenothermen Charakter endlich tragen, wie gezeigt wurde, eine Reihe von Tiefseebewohnern der Ebene, die in den Becken des Hochgebirgs litoral werden.

Alle diese Kaltwassertiere fassen wir auf als die Ueberreste einer stenotherm-glacialen Fauna, die während und am Schlusse der letzten grossen Eisbedeckung die zwischen den von Norden anrückenden und den von den Alpen herabsteigenden Gletschern freibleibenden Gewässer bevölkerte. Sie sind die Nachkommen der Bewohner praehistorischer Gletscherbäche und Eistümpel. Viele von ihnen mögen mit den Gletschern langsam aus der ursprünglichen, nordischen Heimat nach Süden gewandert sein; andere bewohnten wohl schon vor der Glacialzeit die Hochalpen und stiegen später mit den Eisströmen zu Thal. So mischte sich die Fauna der Hochalpen und des Nordens. Dem Rückzug der Gletscher folgte auch die glaciale, niedere Tierwelt nach Norden und in die Gebirge. So erhielten die Alpen nordische, der Norden vielleicht hochalpine Einwanderer. Das Hochgebirge wurde zum Rückzugsgebiet glacial-nordischer Tiere. In kalten Gewässern der centraleuropäischen Ebenen fristeten glaciale Tierrelikte, wie auf isolierten Inseln, ihr Leben weiter. Auch in die Mittelgebirge stieg die glaciale Fauna empor, um sich dort unter günstigen Bedingungen zu halten. Andere Eiszeitelemente zogen sich in die glaciale Verhältnisse bietenden tieferen Schichten der Seen der Ebene

Digitized by Google

zurück. Welche Rolle die Gebirgsbäche als Ausbreitungslinien und Rückzugsstrassen von Tieren zu Beginn und am Schlusse der Eiszeit spielten, fand schon früher eingehende Würdigung.

Als Ueberreste der Fauna glacialer und unmittelbar postglacialer Zeit können in Frage kommen Tiere, die folgende Bedingungen mehr oder weniger vollständig erfüllen:

1. Aufenthalt in Wasser von konstant tiefer Temperatur.

2. Vorkommen in den Gewässern des Hochgebirgs und gleichzeitig in denjenigen des hohen Nordens.

3. Vorkommen in isolierten, kalten Gewässern der Ebene und der Mittelgebirge.

4. Gleichzeitiger Aufenthalt in der Tiefsee der Ebene und am Litoral der Hochgebirgsseen.

Die unter Punkt 2, 3 und 4 geforderte Verteilung weist darauf hin, dass die betreffende Tierspecies zur Zeit eines kälteren Klimas allgemeinere Verbreitung besass und sich später nur an denjenigen Punkten weitererhielt, die ihr die zusagenden Lebensbedingungen dauernd bieten konnten.

5. Endlich können mit Vorsicht auch Tiere als glaciale Relikte gedeutet werden, die in der Ebene weit verbreitet sind und dort ihre Fortpflanzungszeit auf den Winter verlegt haben, während im Gebirge und im Norden die Epoche ihrer regsten Vermehrung auf den Sommer fällt. Nordisch und hochalpin blieb die Fortpflanzungszeit die altgewohnte, im Flachland wurde sie sekundär auf die Jahreszeit geschoben, welche die ursprünglichen, normal-nordischen Bedingungen am besten erfüllt.

Je vollständiger ein Tier sich so verhält, wie die fünf aufgestellten Punkte es fordern, desto sicherer darf es als Glacialrelikt in Anspruch genommen werden und desto wahrscheinlicher wird es gleichzeitig, dass seine ursprüngliche Heimat der hohe Norden war.

In den Hochalpen lernten wir folgende Organismen kennen, die die Bedingungen für Glacialformen mehr oder weniger vollständig erfüllen:

Name.	Anzeichen glacialen Ursprungs.
1. Centropyxis aculeata . . .	Im Flachland typischer Tiefenbewohner, hochalpin litoral.
2. Hydra rubra	Stenotherm-glacial. Eibildung in der Ebene vom September bis Januar, im Gebirge im Hochsommer.
3. Rhabdocoele Turbellarien des Hochgebirgs.	Weisen durch Verbreitung fast alle nach Norden.
4. Automolus morgiensis . . .	Stenotherm-glacial. Nächste Verwandte marin-nordisch. Bevorzugt in der Ebene die Tiefsee, im Hochgebirge das Ufer.
5. Planaria alpina	Stenotherm-glacial. Beherrscht Alpen und kehrt sporadisch in Mittelgebirgen wieder. Laicht im Gebirge das ganze Jahr, im Flachland nur im Winter.

Digitized by Google

Name.	Anzeichen glacialen Ursprungs.
6. Embolocephalus velutinus . .	Hochalpin am Ufer, in der Ebene profund.
7. Bythonomus lemani	Hochalpiner Uferbewohner, der im Flachland die Tiefe bevorzugt.
8. Candona candida . . . . . 9. C. pubescens . . . . . . 10. Cypria exsculpta . . . . 11. Cypridopsis smaragdina . .	Weisen in Verbreitung auf nordische Heimat.
12. Paracypridopsis zschokkei .	Bewohnt kalte Alpenbäche; nahe verwandt der nordischen Form Cypridopsis newtoni.
13. Diaptomus denticornis . . . 14. D. bacillifer, und auch die übrigen hochalpinen Centropagiden	Hochnordisch, hochalpin und sporadisch in Mittelgebirgen. Stenotherm-glacial.
15. Cyclops bicuspidatus . . . 16. C. fuscus	Hauptsächlich nordisch verbreitet.
17. C. vernalis	Nordisch. Stenotherm-glacial.
18. C. strenuus	Nordisch. Stenotherm-glacial. Winterlaicher in der Ebene, Sommerlaicher im Gebirge.
19. Canthocamptus cuspidatus . 20. C. rhaeticus . . . . . . 21. C. zschokkei . . . . . . 22. C. echinatus . . . . . . 23. C. schmeilii	Hochnordische und hochalpine Verbreitung. Kaltwasserbewohner.
24. Bosmina coregoni	Vorkommen im Norden, sowie in Gebirgen und an Gebirgsrändern, dem Gebiet der diluvialen Vergletscherung entsprechend.
25. Niphargus tatrensis	Stenotherm-glacialer Brunnen- und Quellenbewohner.
26. Atractides spinipes	Nordischer und hochalpiner Bachbewohner von stenotherm-glacialem Charakter.
27. Lebertia tau-insignita . . .	Hochalpin litoral und in Bächen, in Ebene vorzugsweise profund.
28. Gattungen: Sperchon, Feltria, Partnunia, Thyas, Panisus .	Stenotherm-glacial. In kalten Bächen der Hoch- und Mittelgebirge.
29. Liponeura brevirostris . . .	Stenothermer Bewohner kalter Bäche von Hoch- und Mittelgebirgen.
30. Hydroporus davisii . . . . 31. H. septentrionalis . . . . 32. H. rivalis var. sanmarkii . . 33. H. griseostriatus	Hochnordisch und hochalpin; sporadisch in Mittelgebirgen und in kalten Gewässern der Ebene.

Digitized by Google

Name.	Anzeichen glacialen Ursprungs.
34. Hydroporus geniculatus	Hochnordisch und hochalpin; sporadisch in Mittelgebirgen und in kalten Gewässern der Ebene.
35. H. assimilis	
36. Agabus congener	
37. A. solieri	
38. A. subtilis	
39. A. guttatus	
40. A. sturmii	
41. A. thomsoni	
42. Dytiscus lapponicus	
43. Helophorus glacialis	
44. Pisidium lóveni	Norwegisch-arktisch und hochalpin.
45. P. fossarinum	Tiefseemerkmale im Gebirge tragend, trotz litoralem Vorkommen.
46. P. nitidum	
47. P. foreli	Litoral im Gebirge, profund in der Ebene.
48. Limnaea truncatula	Bevorzugt Norden und kaltes Wasser.

Die provisorische Liste alter, glacialer und nordischer Faunaelemente ist somit für die Hochalpenseen schon heute eine recht beträchtliche. Sie fügt sich aus den allerverschiedensten Tiergruppen zusammen.

Als nordische Einwanderer betrachtet endlich Lorenzi in den Seen Friauls *Daphnia ventricosa*, *D. tellinii*, *Scapholeberis obtusa*, *Alona oblonga*, *Cypridopsis smaragdina*. Doch giebt er Gründe für diese Auffassung nicht an. Immerhin erscheint es mir sehr wahrscheinlich, dass es mit tiergeographischem Material später gelingen wird, den nordischen Ursprung mancher Hochgebirgscladoceren zu beweisen.

So gewinnt die Ansicht sehr an Wahrscheinlichkeit, dass die Hochalpengewässer unter ihren tierischen Bewohnern zahlreiche Ueberreste einer früher in der Ebene verbreiteten Glacialfauna beherbergen, und dass von diesen Glacialtieren wieder viele den Ursprung nach dem hohen Norden zurückleiten können. Für höhere und niedere Bewohner der Luft haben einen ähnlichen faunistischen Zusammenhang von Hochgebirge und Norden schon Heer, Rütimeyer, Heller u. a. angenommen. Heer zeigte bekanntlich auch, dass von der nivalen Alpenflora beinahe die Hälfte dem arktischen Norden entstammt. In Bergseen, am Gletscherrand lebt die polare Tierwelt der Eiszeit heute noch weiter. Rütimeyer sagt in einem schönen Aufsatz über die Bevölkerung der Alpen: „Die unzweideutigste Auskunft über einen früheren Zusammenhang der Tierwelt der Alpen und des Nordens würden aber jedenfalls die auf sehr kleine und abgeschlossene Bezirke beschränkten Bewohner der Alpenseen geben, wie die kleinen Krebse und Wasserschnecken.“ Es scheint mir, dass die niederen Tiere von Bergseen diese Auskunft nicht schuldig geblieben sind. Man wird sich in Zukunft hüten müssen, die niedere Wasserfauna der Hochalpen schlechtweg als modern und kosmopolitisch zu

Digitized by Google

bezeichnen. Alte glaciale Elemente nehmen in ihr vielmehr einen breiten Raum ein. Die meisten von ihnen mögen sich mit den Gletschern von Norden her eingestellt haben und nach Ablauf der Vergletscherung teilweise in die Gebirge zurückgedrängt worden sein. Andere waren vielleicht vor der diluvialen Eiszeit schon in den Hochalpen zu Hause; in diese alte Heimat wichen sie mit den sich zurückziehenden Gletschern wieder zurück.

Der Einfluss des Gletscherphänomens scheint sich übrigens faunistisch weit über die Grenzen der Hochalpen hinaus zu erstrecken. Steuer möchte den hohen, paläarktischen Norden überhaupt als ursprünglichen Ausgangspunkt der potamophilen Entomostrakenfauna betrachten. Er stützt sich dabei auf die Thatsache, dass zum Gedeihen der Entomostraken ein sehr strenger Winter und ein kurzer, heisser Sommer nötig sei. Ferner seien die Individuen der Sommergenerationen mancher Cladoceren, wie *Bosmina*, verglichen mit den Winterformen klein und verkümmert. Endlich nehme der Formenreichtum niederer Krebse nach Süden wahrscheinlich ab. Einige für den hohen Norden als typisch bezeichnete Tiere kehren in südlichen Gebirgsgegenden wieder.

Auf den wahrscheinlich nordischen Ursprung vieler Ostracoden, Cladoceren und Copepoden wiesen schon vor Steuer eine Reihe von Zoologen hin. Einiges ist darüber in den Spezialkapiteln mitgeteilt worden. Auch G. Burckhardt kommt, gestüzt auf seine sorgfältigen Planktonstudien, zum Schluss, dass die limnetische Tierwelt der grossen Schweizerseen wahrscheinlich relativ alt, d. h. glacial sei. Er zeigt in hübscher Weise den Zusammenhang, der zwischen der Verbreitung mancher pelagischer Tiere und der Ausdehnung der einstigen Vergletscherung existiert.

Neben vielen wahren Kosmopoliten zählt die Süsswasserfauna manche Elemente, deren Verbreitungsbezirk durch klimatische Verhältnisse und geologische Ereignisse eng begrenzt wird. Die Vermehrung unserer faunistischen Kenntnisse lässt dieses Faktum immer deutlicher hervortreten. M. Weber, Mrázek und Steuer kamen in verschiedenen geographischen Gebieten in dieser Beziehung zu ähnlichen Schlüssen; die Auswertung meiner Beobachtungen an Hochgebirgsseen führt zu demselben Ergebnis.

Nur kurz erwähnt sei der grosse Reichtum der Hochalpenseen an Carnivoren, während mit dem zunehmenden Schwund der Flora die Vegetivoren mehr und mehr zurücktreten. Dies stimmt überein mit Beobachtungen, die Heer an der terrestrischen niederen Fauna der höchsten Alpenregionen machte.

Die Besitznahme der Hochgebirgsgewässer durch die Tierwelt am Schlusse der Eiszeit vollzog sich auf doppeltem Wege: durch aktive Wanderung und durch passive Verschleppung von Organismen. Beide Wege werden auch heute noch eingeschlagen.

Aktives Eindringen und Aufwärtswandern längs der Gebirgsbäche gilt wohl in erster Linie für Tritonen und Frösche und für kräftige und sprunggewandte Fische, wie *Trutta*, *Cottus* und *Phoxinus*, während die übrigen weniger wanderlustigen Fische ihre Gegenwart im Hochgebirgssee wohl alle der Hand des Menschen verdanken. Aber auch zahlreiche, kleinere Tiere haben in äusserst langsamem Vormarsch, dem zurück-

Digitized by Google

weichenden Eisrand folgend, den Hochalpensee erreicht. Dabei ist zu berücksichtigen, dass der ungemeine Wasserreichtum der unmittelbar postglacialen Zeit dem aktiven Vordringen Vorschub leistete, indem er den Wanderern zahlreiche Wege öffnete, die ihnen heute ganz oder teilweise verschlossen sind. Aktiver Tierimport spielte also für Gebirgsgewässer sofort nach der diluvialen Vergletscherung eine grössere Rolle als heute. Die kleinsten Rinnsale und Aederchen, die im Moos an Felswänden und in halbtrockenen Bergbächen zurückgehaltene Feuchtigkeit werden genügen, um den Vormarsch vieler niederer Tiere zu ermöglichen. Zu den aktiven Wanderern zählen wir, wie das z. T. in den Spezialkapiteln auseinandergesetzt wurde, Oligochaeten, Hirudineen, Turbellarien, Nematoden, viele Copepoden, eine Anzahl Ostracoden und Cladoceren, Amphipoden, Hydrachniden, manche Insektenlarven und Mollusken. Dabei ist nicht ausgeschlossen, dass ein und dieselbe Art beide Wege des Vordringens in das Gebirge, den aktiven und den passiven einschlagen kann. Immerhin eignen sich z. B. die Copepoden weniger zur Verschleppung, als die Cladoceren. Die meisten Copepoden des Hochgebirgs, und besonders die typischen Formen *Cyclops strenuus*, *Diaptomus bacillifer* und *D. denticornis*, dürften wohl als aktiv eingewanderte Glacialrelikte zu deuten sein. Dafür spricht auch ihre geographische Verbreitung und z. T. die Epoche ihrer Vermehrung. Für die Cladoceren dagegen wird eher passive Verschleppung, ermöglicht durch die Ephippienbildung, anzunehmen sein.

Eine weitere Quelle aktiver Bevölkerung der Hochgebirgsseen bedarf der blossen Erwähnung: der sommerliche Zuflug von Insekten, die als Imagines oder als Larven das Wasser bewohnen. Die speziellen Kapitel haben ergeben, dass das Kontingent dieser zugeflogenen Gäste im Alpenbecken ein nach Arten und Individuen beträchtliches werden kann.

Auf aktive Einwanderung von Tieren scheinen vor allem kleinste und höchstgelegene Alpengewässer: Quellen, Brunnen, Bäche, Tümpelchen und Wasseräderchen angewiesen zu sein, die den Zugvögeln nicht zur Rast dienen und von höhergelegenen Seen aus nicht mit Wasser und auch nicht mit Tieren versehen werden. Der oft bedeutende Reichtum solcher kleinster, höchstgelegener und isolierter Gewässer an Limnäen, Rotatorien, Tardigraden, Anneliden, Harpacticiden, Ostracoden, Hydrachniden u. s. w. wurde in einem Spezialkapitel betont. Er spricht deutlich für die faunistische Wirksamkeit der aktiven Einwanderung. Manche Bewohner solcher Lokalitäten eignen sich kaum für passive Verschleppung.

Für den passiven Import von Tieren in Hochgebirgsseen kommen als Vehikel in Betracht die ziehenden Vögel, fliegende Insekten und Luftströmungen.

Ueber die Rolle, welche Vögel bei der Verbreitung der Süsswasserfauna spielen, ist viel gestritten worden. Heute haben sich die Beobachtungen von Vorkommen von Süsswasserbewohnern oder von ihren Dauerstadien im Gefieder von Wasservögeln so gehäuft, dass die Möglichkeit der Verbreitung potamophiler Tiere durch die so rasch

Digitized by Google

fliegenden Zugvögel nicht mehr geleugnet werden kann. Darwin, Schäff, Moynier de Villepoix, J. de Guerne berichten über Fälle von Uebertragung von *Anodonta*, *Sphaerium* und Glochidien durch verschiedene Schwimm- und Wadvögel. Clessin steht die Verschleppung von Molluskeneiern durch Vögel ausser Zweifel. Nur so erkläre sich das rasche Auftreten von Weichtieren in ganz isolierten Tümpeln. Bis auf den Grund gefrierende Wasserbecken, die im Frühjahr molluskenleer sind, beleben sich auf diesem Weg im Sommer mit Mollusken. Der Winterfrost vertilgt von neuem die importierten Gäste. Auch Brockmeier bezeichnet Vögel, Wasserkäfer und Wasserwanzen als Ueberträger von Mollusken.

Besonders eingehend beschäftigte sich Jules de Guerne mit der Frage des passiven Transports von Wassertieren. An Schnabel, Füssen und am Gefieder ziehender Enten fand er Cladocereneier, Statoblasten von *Plumatella*, Cysten von Infusorien, Schalen der in Frankreich unbekannten *Cytheridea torosa* und Bruchstücke vieler anderer tierischer und pflanzlicher Organismen. Ein Schwan war mit Statoblasten ganz bedeckt. Aus den Schlammpartikeln, welche den Vögeln anhafteten, konnten Nematoden und Philodinen aufgezogen werden. Schon früher hatte Humbert Dauereier von Cladoceren am Entengefieder entdeckt. Zacharias gewann aus Kulturen von Mövenkot Amöben, Ostracoden und *Dileptus*. Endlich vereinigt Garbini eine ganze Reihe eigener und fremder Beobachtungen über Transport niederer Wasserbewohner durch Vögel. *Polycelis nigra* wurde getragen von *Fulix fuligula*, *F. nyroca* und *Anas boschas*, *Glossiphonia complanata* durch *Mareca penelope* und *Anas boschas*, *Plumatella repens* durch *Ardea cinerea*.

Erwachsene Süsswasserbewohner und besonders ihre Dauerstadien entwickeln sehr oft eigene Kleb- und Haftapparate, die eine Befestigung an der Vogelfeder erleichtern sollen. Es ist bekannt, mit welcher Leichtigkeit die Ephippien von Daphnien an Fremdkörpern haften bleiben. Asper und Heuscher haben darüber am Fählensee hübsche Beobachtungen gemacht. Die Turbellarien verfügen über Klebzellen, die Statoblasten mancher Bryozoen über Haken, die Oligochaeten über Borstenapparate und gewisse Difflugien über krallenartige Fortsätze. Dem Zwecke der Festheftung dürften auch manche Erhabenheiten und Spinae des Cladocerenpanzers dienen. Nordquist macht darauf aufmerksam, dass alle weitverbreiteten Entomostraken über irgend eine morphologische Eigenschaft verfügen, die ihren passiven Import begünstige. Mrázek beobachtete, dass die Süsswassernemertine *Stichostemma graecense* Böhm., in eine klebrige Schleimschicht eingehüllt, verschleppt wird.

Endlich wird die heutige Verteilung der Süsswasserfauna selbst als Zeugnis für den eingeschlagenen Weg passiven Transports angeführt.

So betont de Guerne, dass die potamophile Fauna der isolierten und vulkanischen Azoren sich fast ausschliesslich aus leicht verschleppbaren Kosmopoliten zusammensetze. Nur ganz wenige Arten und kein einziges Genus der dort im Süsswasser gesammelten Tiere waren neu; alle trugen rein kontinentalen Charakter. Darauf weisen zahlreiche, in den vorhergehenden Kapiteln zerstreute Notizen hin.

Digitized by Google

Diese Fauna muss in relativ junger Zeit passiv nach den Azoren gelangt sein. De Guerne schreibt dabei den auf jenen Inseln sich zahlreich einstellenden Zugvögeln die Hauptrolle zu. Der Import vollzog sich wohl in den meisten Fällen durch Dauerstadien und führte rasch zu ausgiebiger Bevölkerung der Kraterseen durch resistente Tierformen.

Santa Maria, eine der kleinsten und trockensten Inseln der Azoren, die den Küsten Europas und Afrikas am nächsten liegt und den ziehenden Vögeln eine natürliche Ruhestätte bietet, verdankt, nach de Guerne, dem Wassergeflügel die Gegenwart nordischer Entomostraken wie *Cypris bispinosa* und *Diaptomus serricornis* Lillj.

Auf ähnlichem Wege erhielten die kleinen, künstlichen Wasserbehälter der vulkanischen Canaren, nach Richard, eine aus kosmopolitischen Entomostraken und Rotatorien bestehende Fauna. Die Inselgruppe war mit dem Festland nie verknüpft.

Die weitgehende Uebereinstimmung zwischen der Süsswasserfauna Südamerikas und Englands, die in scharfem Kontrast steht zur grossen Verschiedenheit der terrestrischen Tierwelt, fiel bereits Darwin auf. Seither haben die zahlreichsten Autoren immer wieder auf die kosmopolitische Verbreitung vieler niederer Tiere im Süsswasser hingewiesen und dieselbe als das Resultat der Verschleppung von Organismen durch Vögel erklärt.

Forel lässt auf diesem Wege einen Teil der litoralen und die ganze pelagische Fauna der grossen subalpinen Seen seit der Eiszeit entstehen. Mit dem Plankton dieser Wasserbecken stimmt dasjenige der Seen Skandinaviens, Italiens und Armeniens fast vollständig überein. Zwischen der pelagischen Tierwelt der genannten Gewässer fand oder findet noch ein durch Vögel vermittelter Austausch statt.

Zu ähnlichen Schlüssen über Tiertransport gelangte bekanntlich Weismann. Vávra fand bei Philippopel nur die überall bekannten Süsswasserkosmopoliten; Richard tritt, gestützt auf seine Studien an den Kraterseen der Auvergne, ebenfalls für die passive Verbreitung der niederen Süsswasserfauna ein. Nur so lasse sich eine befriedigende Erklärung finden für die faunistische Identität der künstlichen Teiche Böhmens, der stehenden Gewässer der Auvergne und der erst im 15. Jahrhundert entstandenen Kraterseen der Azoren. Passive Einwanderung von Tieren, vermittelt durch zahlreiche Wasservögel, nimmt auch Vosseler für die an Copepoden reichen Eifelmaare an. In einem neuen Torfstich bei Bern sammelte Lutz 15 Arten von in der Umgebung zum Teil fehlenden Cladoceren. Auch zu dieser rasch erscheinenden Bevölkerung mögen teilweise Wasservögel die Keime herbeigeschleppt haben.

Strodtmann lässt Planktontiere durch Vögel vom Nordpol nach Süden verbreiten; Weltner findet in norddeutschen Seen eine Anzahl Planktonorganismen, die auch der Schweiz und Oberitalien zukommen und Zacharias beweist, dass die freischwimmende Fauna der Wasserbecken Norddeutschlands sich nach ihrer Zusammensetzung einschiebe zwischen das Plankton Norwegens und der Schweiz. Der letztgenannte Autor spricht sich wiederholt entschieden für die passive Uebertragung von Organismen durch Schwimmvögel aus. Er findet eine Hauptstütze für seine Ansicht in der Aehnlichkeit der Fauna

Digitized by Google

isolierter und weit von einander abliegender Wasserbecken und in den durch die vielen Zufälligkeiten des Imports bedingten Verschiedenheiten der Bevölkerung benachbarter Seen. Von solchen Abweichungen ist schon oben gesprochen worden. Richard beobachtete dieselben auch in sich sehr nahe liegenden Seen der Auvergne und erklärte sie ebenfalls durch den Zufall, der in der passiven Ausstreuung pelagischer Tiere einen weiten Raum einnimmt. Im Laufe der Zeit allerdings wird gegenseitiger Faunenaustausch auf aktivem und passivem Wege manche Differenz in der Tierwelt benachbarter Behälter ausgleichen.

Voigt anerkennt die Verschleppung niederer Tiere durch Wasservögel als ein so gewöhnliches Vorkommnis, dass das isolierte Auftreten einer Species in irgend einem Becken sehr oft auf Rechnung derartigen passiven Imports gesetzt werden müsse und nur mit der grössten Vorsicht im Sinne der Reliktentheorie gedeutet werden dürfe.

Auch M. Weber ist geneigt, in der Süsswasserfauna des indischen Archipels und Südafrikas ein kosmopolitisches Element zu erkennen, dessen Vertreter zum grössten Teil klein und mit Transportmitteln wohl versehen sind. Gegenüber Trockenheit und extremen Temperaturen erweisen sich hauptsächlich die Eier und Larven dieser Tiere als sehr resistent. Ihre Verfrachtung von Ort zu Ort geschieht durch mechanische Agentien, wie Wind und Vögel. Daneben stellt sich allerdings eine bedeutende Zahl nur regional oder lokal verbreiteter Tiere ein, denen die Hülfsmittel zu weiterer, passiver Verbreitung fehlen. Sie verwischen den kosmopolitischen Charakter der Süsswasserfauna.

Mrázek teilt die Ansicht, dass manche Bewohner des Süsswassers und speziell die Copepoden nicht so ubiquistisch verteilt seien, wie gewöhnlich angenommen werde. Doch steht er in einer neuesten Publikation nicht an, in überzeugender Weise die hohe faunistische Bedeutung passiver Uebertragung für die Tierwelt des Süsswassers zu betonen.

Sehr bestimmt sprechen sich endlich Garbini und de Guerne für die Wirksamkeit der Vögel als Ueberträger mancher Tiere von See zu See aus.

Nach dem letztgenannten Autor liefern die durch Vögel importierten Tierformen dem Süsswasser das grösste Bevölkerungskontingent für das Ufer und die freie Fläche.

Garbini sieht als primäre Heimat der limnetischen Fauna Europas die Ostsee an. Von dort giengen die Planktontiere in die finnischen, skandinavischen, preussischen und dänischen Seen über, die zu einem Dispersionscentrum für ganz Europa wurden. Passive Wanderung, vermittelt durch den Vogelzug, bevölkerte nach und nach die Seebecken Preussens, Böhmens, Baierns und der Schweiz; endlich führte die limnetische Verbreitungsstrasse über die Alpen nach den oberitalienischen Seen.

Auch die Spongillen lässt Garbini passiv aus dem Norden nach dem Gardasee im Zustand von Gemmulae gelangen.

Etwas anders stellt sich zu der uns beschäftigenden Frage G. Burckhardt. Er ist der Ansicht, dass die kleineren Wasserbecken ihre Fauna durch Verschleppung erhalten haben, da sie nur solche Formen beherbergen, die auch heute noch in neugebildete

Digitized by Google

Wasserbehälter einwandern können. Ob er neben passiver Uebertragung auch die aktive Einwanderung gelten lässt, wie wir sie postulieren, geht aus seinen Worten nicht deutlich hervor. Die limnetische Tierwelt der eigentlichen grossen Schweizerseen betrachtet Burckhardt eher als Nachkommen der Bewohner glacialer, temporär unter sich verbundener Becken, denn als später eingeschleppte Elemente. Dieses Plankton wäre also relativ alt, wie die Seen selbst, allerdings nicht im Sinne von Pavesis Relikten.

Nach allem liegt der Schluss nahe, dass die Zugvögel wichtige Vehikel für die passive Verbreitung niederer Wassertiere bilden. Er wird gestützt durch die direkte Beobachtung von Süsswasserbewohnern und ihren Dauerkeimen auf dem Körper des ziehenden Geflügels und durch die Thatsache, dass viele potamophile Tiere morphologisch und physiologisch für die passive Reise speziell eingerichtet sind. Haftapparate und weitgehende Resistenz der Tiere und besonders ihrer Keime gegen Austrocknung sprechen hier ein entscheidendes Wort mit. Endlich erhält die Ansicht vom passiven Transport eine wichtige Stütze durch manche Besonderheiten im Auftreten und in der Verbreitung der Süsswasserfauna.

Gegen die Wichtigkeit passiver Verbreitung sprechen sich Pavesi und Imhof aus. Sie meinen unter anderem, dass die hochalpinen Seen während der Wanderzeit der Vögel von Eis bedeckt seien und so mit tierischer Bevölkerung nicht versehen werden können. Dies trifft, wie wir sehen werden, nicht zu. Es scheint mir im Gegenteil, dass nur durch Annahme passiven Imports die Gegenwart vieler Tiere im hochalpinen Wasserbecken eine Erklärung findet. Können doch jene kleinen und kleinsten Wasserbehälter, Teiche und Tümpel des Hochgebirgs unmöglich als „Reliktenseen“ und ihre litorale und pelagische Bevölkerung als eine „Fauna relegata“ betrachtet werden.

Imhofs Einwände gegen die Uebertragung von Tieren von See zu See durch das Mittel der Vögel, beziehen sich auf die Unmöglichkeit des Haftenbleibens von kleinen Fremdkörpern am Gefieder. Sie haben durch positive Beobachtungen Widerlegung gefunden.

Auch die Verteilung und Zusammensetzung der hochalpinen Wasserfauna spricht für und nicht gegen die ausgiebige Benützung des Wegs passiver Einfuhr. Wie gezeigt wurde, zählt Ufer und Fläche des Hochgebirgssees zahlreiche weitverbreitete Kosmopoliten, die sich im ausgewachsenen Zustand, oder besonders als Dauerkeime, zu passiver Verschleppung vorzüglich eignen. Die am leichtesten verschleppbaren Formen, wie *Daphnia longispina*, manche Rotatorien und Copepoden geniessen im Gebirge die allerweiteste Verbreitung, während die Bosminen, die schwerer zur Erzeugung von Dauereiern schreiten, horizontal und vertikal einen beschränkteren, alpinen Verbreitungsbezirk besitzen. Das sporadische Auftreten gewisser Tierarten im Gebirge, ich erinnere an *Pedalion* und *Heterocope*, lässt sich leicht durch die Laune der passiven Luftreise deuten. Unter denselben Gesichtspunkt fällt zum Teil auch die faunistische Differenz naheliegender Becken der Hochalpen.

Digitized by Google

An Importgelegenheiten aber fehlt es im Alpensee nicht. Ueber das mächtige Hochgebirge führen die viel beflogenen Zugstrassen der Vögel.

Einleitend wurde gezeigt, dass auch hochgelegene Seen sich im Spätherbst nur zögernd schliessen. Die Wasserbecken von Partnun, Tilisuna und Garschina erhalten ihre Eisdecke gewöhnlich in dén ersten Tagen November, der grosse, sich langsam abkühlende Lünersee bedeutend später. Für den Silsersee ist das mittlere Datum des Zufrierens der 18. Dezember, für den hochgelegenen See auf dem St. Bernhard, 2445 m, der 20. Oktober. Zu jener Zeit aber haben die hochalpinen Seen längst den Besuch der von Norden nach Süden ziehenden Schwimmvögel erhalten. Im September und Oktober lassen sich auf den Rhätikonseen regelmässig Enten nieder. Sie streichen von Tilisuna über den Gebirgskamm südlich nach Partnun und Garschina, um sich dort oft mehrere Tage aufzuhalten. Auf dem Partnunersee beobachtete ich selbst die Tiere schon Ende August. Sie haben wohl dem Tilisunasee die Statoblasten zu seiner reichen Bryozoenfauna aus dem Norden mitgebracht. Im September sah ich Enten auf hochgelegenen Tümpeln des Kaunserthals in Tirol rasten.

Am 26. September traf Blanchard auf dem Lac blanc bei Briançon, 2300 m, Wildenten. Nach Heuscher dienen die Murgseen im Herbst regelmässig ziehenden Vögeln als Ruhestation. Wie reich das Vogelleben im Spätsommer sich an und auf den Seen des Oberengadins entfaltet, ist bekannt und wird durch die Saratz'sche Sammlung nordischer Wasservögel illustriert, die zahlreiche in der Gegend von Pontresina erlegte Stücke enthält. v. Dalla Torre nennt folgende Vögel als Gäste hochalpiner Wasserbecken: *Mareca penelope* L., *Dafila acuta* L., *Querquedula crecca* L., *Rhynchaspis clypeata* L., *Athya ferina* L., *Nyroca leucophthalma* Flem., *Podiceps minor* Lath., *P. cristatus* L., *Larus ridibundus* L., *L. tridactylus* L., *Fulica atra* L., *Ardea cinerea* L. Gewisse Enten steigen bis gegen 2000 m, *Podiceps* und *Larus* bis zu 1500 m; *Fulica* wurde noch bei 2700, *Ardea* bei 2000 m beobachtet.

So kann ein Zweifel kaum walten, dass die kleinen hochalpinen Wasseransammlungen bei dem jährlich im Herbst von Norden nach Süden gerichteten Flug von den ziehenden Vögeln als willkommene Ruhepunkte und Zwischenstationen benützt werden. Diesem Zwecke dienen die Hochgebirgsseen schon sehr lange, d. h. seit nach dem Schluss der letzten allgemeinen Vergletscherung durch das allmälig milder werdende Klima das Datum des winterlichen Zufrierens so verschoben wurde, dass die ziehenden Vögel auch im Hochgebirge offene Wasserspiegel fanden.

Im Frühjahr, bei der Rückkehr vom Süden nach den nordischen Nistplätzen aber, treffen die Vögel noch heute in den Hochalpen auf gefrorene Seeflächen, die ihnen eine Rast nicht erlauben. Das Auffrieren der Alpenseen von nur einigermassen beträchtlicher Elevation, so wurde in der Einleitung gezeigt, vollzieht sich erst im Juni, nachdem der Vogelzug längst abgelaufen ist.

Digitized by Google

Damit stimmt vollkommen der faunistische Befund. Die Hochalpenseen beherbergen zahlreiche, leicht zu verschleppende Tiere nordischer Herkunft, keine dagegen, die dem Süden entstammen. Ein Wechsel in diesem Verhältnis wäre erst zu erwarten, wenn das Klima sich weiter so mild gestaltete, dass die Eisdecke auch hochalpiner Gewässer bereits zur Zeit der Frühlingswanderung der Wasservögel brechen würde.

So darf es als sehr wahrscheinlich betrachtet werden, dass die Wanderung der Vögel, ein Phänomen, das selbst im engsten Zusammenhang mit der Eiszeit steht, den hochalpinen Gewässern im Laufe sehr langer Zeiträume zahlreiche nordische Bevölkerungselemente zuführte. Gleichzeitig wurden jene Hochseen zu wichtigen Uebergangsstationen für die weitere Ausbreitung der Tiere des Nordens nach Süden. Die importierten nordischen Tiere fanden im Hochgebirge einen sehr günstigen Entwicklungsboden.

Durch den Zufall des Transports und des Vogelflugs erhielten einander naheliegende Bergseen oft verschiedene Bevölkerungselemente, doch können sich solche Differenzen im Laufe der Zeit durch neue Uebertragung ausgleichen. Ein Umstand scheint bestimmt zu sein, die Einfuhr aus dem Norden noch wesentlich zu erleichtern: die Thatsache nämlich, dass mit dem Beginn des nach Süden gerichteten Herbstzugs im allgemeinen auch eine lebhafte Erzeugung der Dauerstadien niederer Tiere einsetzt. Die Ephippien der Cladoceren, die Statoblasten der Bryozoen, die Gemmulae der Spongillen dienen aber nicht nur trefflich der Erhaltung, sondern auch der passiven Verbreitung der Species. Sie werden neugebildet vom Vogel auf die nach Süden gerichtete Reise mitgenommen.

Die hohe Bedeutung der passiven Tiereinfuhr in hochalpine Gewässer wird vollauf gewürdigt von Asper und Heuscher. Sogar Pavesi kann nicht in Abrede stellen, dass Wasservögel eventuell hochalpinen Seen Zufuhr von tierischer Bevölkerung bringen dürften.

Seen des Gebirgs, die an stark beflogenen Zugstrassen der Vögel liegen, scheinen mir an leicht transportablen niederen Tieren besonders reich zu sein. Hieher dürfte vor allem das Wasserbecken auf der Passhöhe des St. Bernhard zählen, das den zahlreichen nach Süden ziehenden Vogelschaaren seinen faunistischen Reichtum zum Teil verdankt.

Ob ähnliches für den kaukasischen Tschaldyr gilt, der nach Brandt eine reiche niedere Tierwelt und zahlreiche Schwimm- und Wadvögel beherbergt, bleibe dahingestellt.

Welche Organismen ihre Gegenwart in hochalpinen Seen auf den Vogelflug zurückzuführen haben, lässt sich nicht in allen Fällen entscheiden. In erster Linie kommen wohl diejenigen in Betracht, die resistente verschleppungsfähige Dauer- und Verbreitungskeime bilden, ohne selbst leicht beweglich zu sein, also etwa Bryozoen, Hydren und vielleicht Spongillen. Doch spielen bekanntlich letztere im Hochgebirge nur eine untergeordnete Rolle. Den Transport durch Vögel benützen ferner wohl zahlreiche Cladoceren, speziell die Daphniden, deren schwimmende Ephippien Haftapparate besitzen.

Digitized by Google

Auch Rotatorien, Nematoden, Tardigraden, Ostracoden und wohl seltener Copepoden mögen etwa den Weg passiver Einfuhr einschlagen. In allen den letztgenannten Fällen würde neben dem Transport von Eiern auch derjenige des ganzen Tiers in Betracht kommen. Endlich erscheint auch die zufällige Verschleppung von Hirudineen, Oligochaeten, Turbellarien und Mollusken nicht ausgeschlossen.

Neben den Vögeln dient als Verbreitungsmittel für niedere Tiere in zweiter Linie auch das leicht von Becken zu Becken fliegende Insekt, besonders Wasserkäfer und Wasserwanze. Darwin fand einen *Ancylus* auf *Colymbetes* fixiert; de Guerne beobachtete ebenfalls Verschleppung von Mollusken durch Dytisciden. Auch Brockmeier nimmt, neben den Vögeln, Wasserinsekten als Transportmittel für Weichtiere in Anspruch. Scott fieng eine *Notonecta glauca*, die mit zahlreichen jungen Exemplaren von *Cyclocypris serena* bedeckt war. In Garbinis Zusammenstellung figurieren Angehörige der Gattungen *Notonecta*, *Agabus*, *Dytiscus*, *Acilius*, *Hydrophilus* und *Cybister* als Fahrzeuge für *Vorticellen* und *Carchesium*. Kleine Exemplare von *Gammarus* lassen sich von *Dytiscus* tragen, Hydrachnidenlarven von *Notonecta*, *Corixa*, *Nepa* und *Ranatra*. Dass gerade die Wassermilben sehr regelmässig *Hemiptera* als Vehikel wählen, wurde schon im speziellen Kapitel über Hydrachniden betont. Barrois schreibt den Wanzen den Transport von Milben nach den Azoren zu und Voeltzkow fieng in Madagaskar einen mit roten, kolbenförmigen Eiern einer Wassermilbe bedeckten *Dytiscus*. Endlich betont auch Migula, dass die Wasserkäfer kleine Organismen in engerem Bezirke verbreiten, während die Vögel dieselben in grössere Entfernungen tragen und die Luftströmungen für die Zerstreuung kleinster, austrocknender Formen sorgen.

Günstig gelegene Hochgebirgsseen beherbergen eine verhältnismässig reiche Welt fliegender Insekten. Es herrschen, wie sich in früheren Abschnitten ergab, dort die Genera *Notonecta*, *Corixa*, *Agabus*, *Hydroporus* und *Helophorus* vor. Es unterliegt keinem Zweifel, dass die aus der Ebene den Gewässern des Gebirgs zufliegenden Insekten oft mit Infusorien beladen sind und dass, wie früher hervorgehoben wurde, manche Hydrachniden von Wasserinsekten getragen, als gegen Austrocknung resistente Eier und Larven, in den Hochalpensee ihren Einzug hielten. Der Insektenflug tritt also bei der faunistischen Besiedelung hochgelegener Wasserbecken mit als Faktor ins Spiel.

Tiere und tierische Keime verbreiten endlich im Hochgebirge die Luftströmungen. Sie übersäen die Gletscher der Schweiz und Tirols mit ungezählten Insekten. Kerner fand auf den Oetzthaler und Stubaier Fernern 43 Arten Insekten; Heller beobachtete ebendaselbst Exemplare der Wanderheuschrecke. Von ähnlichen Funden berichten de Saussure, Heer, Tschudi, Schlagintweit, und jeder Alpenwanderer wird sie nach häufiger, eigener Erfahrung bestätigen. A. Müller stellt eine lange Reihe diesbezüglicher Beobachtungen auf den Firn- und Eisfeldern der Pyrenäen und Alpen zusammen.

Statt auf Gletscher oder Fels tragen die Luftströmungen wohl nicht selten aquatile Käfer und Wanzen oder reife Imagines von Trichopteren, Neuropteren und Orthopteren, deren Larven das Wasser bewohnen, an und in Bergseen. Unter günstigen Be-

Digitized by Google

dingungen der Ernährung und der Wohnung kann sich auf diesem Wege im hochalpinen Wasserbecken ein verhältnismässig reiches Insektenleben entfalten. Offen liegende und warme Seen, die genügende Nahrung bieten, werden sich am leichtesten mit einer hineingewohten Insektenfauna bevölkern. Ein treffliches Beispiel liefert in dieser Beziehung der See von Garschina, der mehr als 30 Arten von Insekten in zum Teil beträchtlichem Individuenreichtum beherbergt. Offene Lage, hohe Temperatur des Wassers und reichlich fliessende Nahrungsquellen erlauben manchen der durch Luftströmungen verschlagenen, leicht beflügelten Insekten in Garschina definitive Ansiedelung.

Heuscher und Asper fiel der Insektenreichtum offenliegender Alpenseen ebenfalls auf.

Ausser Hexapoden trägt der Wind auch Dauerstadien niederer Tiere in staubförmigem Zustand in die Alpen. Ehrenbergs Beobachtungen über ein latentes, mikroskopisches Tierleben auf Hochgipfeln und Hochpässen mögen dafür sprechen. Auf diesem Weg werden etwa Protozoen, Tardigraden, Rotatorien, Nematoden und andere kleine, der Austrocknung mehr oder weniger vollständig Stand haltende Organismen in Gebirgsseen geweht werden. Barrois, de Guerne und Richard schreiben den Winden zum guten Teil die Bevölkerung der Canaren und Azoren mit kontinentalen, niedrigen Süsswassertieren zu.

Von den drei Mitteln passiven Transports bereichert das eine, der Vogelzug, die Hochalpenseen mit nordischen Tierformen; die beiden anderen, Insektenflug und Luftströmung dagegen, sind an eine bestimmte Richtung nicht gebunden; sie führen der Bergseefauna auch nicht die Organismen bestimmt umschriebener Bezirke zu. An Bedeutung für die Zusammensetzung der Fauna stellen sie sich übrigens nur in zweite Linie.

Als Hauptquellen der Besiedelung der Hochgebirgsseen haben wir somit kennen gelernt: aktiven Vormarsch durch die Wasserläufe und passive Uebertragung durch den Vogelflug. Beide Wege werden vom Schluss der Eiszeit an bis zum heutigen Tage benützt. Der erste, das aktive Emporsteigen, hat an Bedeutung mit der Zeit allerdings manches eingebüsst. Einmal sind die zur Verfügung stehenden Wasserstrassen seltener und unwegsamer geworden und sodann haben die alten glacialen Tiere, soweit sie noch leben, zum grösseren Teil im Hochgebirge längst eine neue, sichere Heimat gefunden. Das Phänomen des Rückzugs von Glacialrelikten durch die Bergbäche geht also seinem Abschluss entgegen. Die Wasserläufe dienen jetzt mehr von der Ebene aufsteigenden Kosmopoliten zur Bahn.

Aktive und passive Wanderung führt in die Gewässer des Hochgebirgs die beiden grossen faunistischen Elemente; eurytherme Kosmopoliten und stenotherm-nordische Glacialtiere. Der Vogelflug dient vielleicht mehr den Ubiquisten und der Uebertragung von Plankton in Gebirgsseen, die aktive Wanderung bevölkert eher die Bergbäche, die Tümpel und Eisweiher und die Litoralzone der Seen. Sie umfasst vorzüglich nordisch-glaciale Elemente.

Digitized by Google

Zusammenfassung.

1. Die wirklich charakteristischen äusseren Bedingungen der Hochgebirgsgewässer sind glaciale: tiefe Mitteltemperatur, Schmelzwasserspeisung, lange dauernder Eisabschluss, Pflanzenarmut, Niveauschwankungen. Die hochgelegenen Wasserbecken stehen in Bezug auf physikalische und chemische Verhältnisse noch mitten in der Gletscherzeit. Desshalb trägt auch ihre Fauna nach Zusammensetzung, Herkunft, Verteilung, Lebensweise und Bau ihrer Vertreter ein deutlich glaciales Gepräge.

2. Zusammensetzung der hochalpinen Wasserfauna.

   Die aquatile Tierwelt von Hochgebirgsgewässern setzt sich aus zwei Hauptelementen zusammen:

   a) Eurytherme und euryhaline, gegen äussere Verhältnisse sehr resistente Kosmopoliten.

   b) Stenotherme Kaltwasserbewohner mit nordischem oder glacialem Charakter und von beschränktem Verbreitungsbezirk.

   Zu der letztgenannten Kategorie gehören:

   Tiere, die im hohen Norden und in den Hochalpen gleichzeitig leben und von denen manche auch in isolierten Bezirken der Mittelgebirge und des Flachlandes vorkommen, sowie Organismen, welche in der Ebene die grossen Seetiefen bevorzugen, im Gebirge aber litoral geblieben sind.

3. Herkunft der hochalpinen Wasserfauna.

   Die Wiederbesiedelung der Hochgebirgsgewässer mit Tieren nach Abschluss der diluvialen Vergletscherung fand auf doppeltem Weg statt, durch:

   a) Passive Verschleppung von Tieren und tierischen Keimen, vermittelt durch Vögel, Insekten und Windströmungen. Dieser erste Weg wird auch heute noch häufig eingeschlagen. Er dient hauptsächlich zur Einfuhr von ubiquistischen Elementen in die pelagische und litorale Zone grösserer Hochgebirgsbecken. Durch den Vogelflug findet in hochgelegene Seen Tiereinfuhr aus dem Norden (kosmopolitische und nordische Elemente) statt.

Digitized by Google

b) Aktive, langsame Einwanderung längs der Wasseradern und Bergbäche. Das aktive Vordringen spielte eine grosse Rolle unmittelbar nach Abschluss der letzten Glacialzeit. Damals zog sich ein Teil der glacial-nordischen Fauna in den Bergbächen, den weichenden Gletschern folgend, nach dem Hochgebirge zurück. Heute hat die aktive Einwanderung an Bedeutung eingebüsst. Durch aktiven Import bevölkerten sich vorzüglich Bäche, kleinere Tümpel, Eisweiher und die Uferregion der Seen mit stenotherm-glacialen Tieren. Die Bergbäche bildeten die Wanderstrassen, auf denen am Beginn der Eiszeit viele Hochalpenbewohner zu Thal zogen und die nach Abschluss der Vergletscherung dem Rückzug nach dem Gebirge dienten. Noch heute leben in ihnen viele alte, glaciale Tierrelikte (Harpacticiden, Hydrachniden, Dipteren).

4. Verteilung der hochalpinen Wasserfauna.

Sowohl das Ufer, als die freie Fläche und die grosse Tiefe der Hochgebirgsseen beherbergen eine quantitativ und qualitativ verhältnismässig reiche Fauna. Doch sind die faunistischen Unterschiede zwischen Plankton, Litoral- und Tiefenfauna in hohem Grad verwischt. Das erklärt sich zum Teil aus den geringen Dimensionen der Hochalpenseen, zum Teil aus den herrschenden, gleichmässig glacialen Bedingungen, die echt pelagische, monocyclische Cladoceren und manche Rotatorien aus dem Plankton ausschliessen und gleichzeitig den alt-glacialen Tiefenbewohnern der Ebene den Aufenthalt am Ufer gestatten. Gewisse Tiere gehören hochalpin allen drei faunistischen Regionen an.

Das Plankton umschliesst im Hochalpensee zahlreiche Teich- und Sumpfbewohner. Es macht in hohem Grade die vertikalen Tag- und Nachtwanderungen mit. Seine Maximalvertretung fällt mit dem Temperatur-Optimum zusammen. Durch periodisch eintretende Niveauschwankungen wird die litorale Tierwelt mancher Gebirgsseen in eine sublitorale Tiefe gerückt.

Mit dem extremen Wechsel der äusseren Bedingungen in selbst unmittelbar benachbarten Hochgebirgsseen wechselt auch Quantität und Qualität der Fauna in horizontal und vertikal sich unmittelbar folgenden Seebecken in weitesten Grenzen. An diesem Wechsel participiert in höherem Masse die litorale, in geringerem Grade die pelagische Tierwelt. Eine regelmässig fortschreitende Verarmung der aquatilen Fauna mit der steigenden Höhenlage findet nicht statt. Unter günstigen Umständen können höher gelegene Becken reicher bevölkert sein, als tiefer liegende Seen.

Je höher und breiter ein Gebirge oder ein Gebirgsabschnitt sich entwickelt, desto höher erhebt sich in seinen Gewässern auch die Tierwelt. Diese faunistische Thatsache findet eine floristische Parallele und erklärt sich aus klimatologischen Verhältnissen.

In ausseralpinen Hochgebirgen scheint die Fauna nach Zusammensetzung, Ursprung und Verteilung denselben Gesetzen zu gehorchen, wie in den Hochalpen.

Digitized by Google

5. Lebensweise der aquatilen Hochgebirgsbewohner.

Ein nicht unbeträchtlicher Teil der Tierwelt von Hochgebirgsseen überdauert den langen Alpenwinter subglacial unter der Eisdecke ohne Dauerkeime zu bilden, oder in lethargischen Zustand zu versinken. Tierformen, die in der Ebene, wenn auch in reduzierter Zahl, perennieren, gehen im Hochgebirge volle Winterruhe ein (Flagellaten, manche Rotatorien und Entomostraken).

Die meisten biologischen und morphologischen Eigentümlichkeiten der Bewohner von Hochgebirgsgewässern sind das direkte oder indirekte Produkt der dauernd tiefen Temperatur. Indirekt wirkt die niedere Temperatur besonders durch Einschränkung oder Verstopfung von Nahrungsquellen und durch Eisverschluss der Gewässer. Diese glacial-nordischen Bedingungen bewirken:

a) Starke Einschränkung der produktiven Sommer- und Fortpflanzungsperiode zu Gunsten der unproduktiven Winterruhe. Im allgemeinen verkürzt sich die Reproduktionszeit mit der steigenden Höhenlage des Wohnorts. Fast alle Tiergruppen der Hochgebirgsseen bieten Beispiele von Verkürzung der reproduktiven Periode.
b) Verschiebung der Vermehrung auf Hochsommer und Herbst. (Ceratium, Dinobryon, Gordius, viele Rotatorien, Clepsinen, Diaptomus, Cyclopiden, Rhynchoten, Orthopteren, Sialis, Fische, Amphibien u. s. w.).
c) Frühzeitige Ausbildung der zur Ueberwinterung bestimmten Dauerkeime (Hydren, Bryozoen, Cladoceren). Mit zunehmender Verkürzung des Alpensommers schieben sich die zwei Sexualperioden mancher Cladoceren (hoch emporsteigende Lynceiden) mehr und mehr zusammen. Aus dem polycyclischen Bild wird zuletzt ein monocyclisches.
d) Winterlaicher der Ebene sind im Gebirge Sommerlaicher (Hydra fusca, Planaria alpina, Cyclops strenuus). Wahrscheinlich handelt es sich um nordisch-glaciale Tiere, die unter den Bedingungen der Hochalpen ihre normale Fortpflanzungszeit beibehalten haben.

Die auf die Existenz der Species ungünstig wirkende kurze Dauer der sommerlichen Reproduktionszeit im Hochgebirge wird durch folgende Mittel ausgeglichen:

a) Ungemein rege Vermehrung nach dem Eisbruch.
b) Steigerung der Fruchtbarkeit bei den pelagischen Daphniden, im Gegensatz zu den Verwandten der Ebene.
c) Abgekürzte Ovogenese (Cyclops strenuus).
d) Verlängerung oder Verkürzung der Metamorphose (Triton alpestris).
e) Einschränkung der Parthenogenesis bei Cladoceren. Monocyclische und acyclische Arten der Ebene bleiben im Gebirge polycyclisch. (Chydorus, Bosmina). Doch wird der Verlauf des Cyclus nicht unmittelbar durch momentan herrschende Verhältnisse beeinflusst.
f) Erzeugung umfangreicher Eier (Hydrachniden der Bergbäche).

Digitized by Google

6. Bau hochalpiner Wasserbewohner.

Manche morphologischen Eigentümlichkeiten der Tiere von Hochgebirgsseen sind ebenfalls als glaciale Besonderheiten zu deuten:

a) Das Auftreten von Kümmer- und Hungerformen (Copepoden, Limnäen).
b) Die Gegenwart von alpinen Hochsommerformen, die im Flachland Winter und Frühjahr charakterisieren. (Ostracoden, Cladoceren).

Unter den Hochgebirgsbedingungen scheint sich die Fähigkeit des Tierkörpers, pflanzliche Farbstoffe, Carotine, zu erzeugen, zu steigern. Hauptproducenten sind die Copepoden, die von ihnen sich ernährenden Tiere übernehmen passiv den roten Farbstoff. In der Ebene nimmt wahrscheinlich die Rotfärbung der Copepoden mit der sinkenden Temperatur zu.

Die Gebirgsbäche beherbergen eine dem stark fliessenden Wasser sehr speziell angepasste Tiergesellschaft von altertümlich-glacialem Gepräge.

Die Tierwelt der Hochgebirgsgewässer steht nach Zusammensetzung, Ursprung, Verteilung, Biologie und Morphologie noch heute unter dem Zeichen der Gletscherzeit.

Digitized by Google

Nachträge.

Flagellata. Eine jüngst erschienene Arbeit von Huitfeldt-Kaas (Die limnetischen Peridineen in norwegischen Binnenseen, Videnskab. Skrifter. I. Math. Naturv. Klasse, Christiania, 1900) beschreibt ein bis zu 4000 Fuss emporsteigendes *Peridinium*, *P. willei* n. spec., das pelagisch lebt und sein Zahlenmaximum im Frühjahr erreicht. *Ceratium hirundinella* stellt eine in den norwegischen Binnenseen ungemein häufige Planktonform dar. Sie belebt übrigens auch kleinste Pfützen. Im Gebirge erhebt sich das Tier hoch. Seine Maximalvertretung scheint mit dem Temperaturmaximum zusammenzufallen.

Oligochaetae. In einer neuesten Arbeit, „Mitteilungen über die Oligochaetenfauna der Schweiz", Rev. suisse de Zool., T. 8, 1900, meldet Bretscher als Bewohner des kleinen Melchsees, 1800 m, ausser den schon pag. 111 angeführten Oligochaeten:

Stylodrilus vejdovskyi Benh., *Tubifex alpinus* n. spec., *Limnodrilus udekemianus* Clap., *Marionina lobata* Br. und *Buchholzia parva* n. spec.

Lumbriculus variegatus und *Embolocephalus plicatus* lebten in viel geringerer Zahl als früher unter den Steinen des Ufers. Im grossen Melchsee, 1880 m, fanden sich *Lumbriculus variegatus, Stylodrilus vejdovskyi, Tubifex rivulorum, T. alpinus* und *Embolocephalus plicatus.* Der Individuenreichtum war viel geringer als im kleinen See. Diesen Befund erklärt Bretscher durch die tiefere Temperatur des grossen Melchsees.

Für den Tannalpsee, der mit dem kleinen Melchsee die Höhenlage teilt, von dem ebengenannten Becken sich aber durch den Charakter eines Torfgewässers unterscheidet, wurden nachgewiesen spärliche Exemplare von *Lumbriculus variegatus* und einer Enchytraeide. Auch sonst war die Tierwelt arm.

Naidomorphe, die in der Niederung faunistisch eine so grosse Rolle spielen, fehlten in den untersuchten Hochseen ganz. Mit grösster Regelmässigkeit stellt sich dagegen in hochalpinen Wasseransammlungen *Allurus tetraëdrus* ein. Bretschers neue Mitteilungen bereichern somit unsere Kenntnisse über die Oligochaeten der Alpenseen beträchtlich.

Digitized by Google

Verzeichnis der benützten Literatur.

Amberg, O., Beiträge zur Biologie des Katzensees. Vierteljahrsschrift. Naturf. Ges. Zürich, Jahrg. 45, 1900.

Am Stein, J. G., Verzeichnis der Land- und Wassermollusken Graubündens. Jahresber. Naturf. Ges. Graubünden, N. F., Jahrg. 3, 1856/57.

— Zweiter Nachtrag zur Molluskenfauna Graubündens. Jahresber. Naturf. Ges. Graubünden, N. F., Jahrg. 17, 1872/73.

Am Stein G., Die Mollusken Graubündens. Jahresber. Naturf. Ges. Graubünden, N. F., Jahrg. 27, 28, 1884/85.

— Beiträge zur Molluskenfauna Graubündens, wie solche vom Herbst 1884 bis Herbst 1889 zur Kenntnis gelangt sind. Jahresber. Naturf. Ges. Graubünden, Jahrg. 33, 1888/89.

— Beiträge zur Molluskenfauna Graubündens, die vom Herbst 1889 bis Neujahr 1892 zur Kenntnis gelangt sind. Jahresber. Naturf. Ges. Graubünden, N. F. Jahrg. 35, 1890—1891.

Amyot, C. J. B., et Serville-Audinet, Histoire naturelle des insectes hemiptères.

André, E., Note sur les Rhizopodes testacés du bassin de la Plessur. Jahresber. Naturf. Ges. Graubünden, N. F. Bd. 61, 1897/98.

Apstein, C., Ueber das Plankton des Süsswassers. Schriften naturw. Ver. Schleswig-Holstein, Bd. 9, 1892.

— Quantitative Planktonstudien im Süsswasser. Biol. Centralbl. Bd. 12, 1892.

— Vergleich der Planktonproduktion in verschiedenen holsteinischen Seen. Festschrift f. A. Weismann, 1894. Ber. Naturf. Ges. Freiburg i. B., Bd. 8.

— Das Süsswasserplankton. Methode und Resultate der quantitativen Untersuchung. Kiel u. Leipzig 1896.

Asper, G., Die pelagische Fauna und Tiefseefauna der Schweiz. Katalog Internat. Fischereiausstllg. Berlin, 1880. Schweiz.

— Etudes sur la faune des lacs alpestres. Arch. sc. phys. nat., période 3, T. 4, 1880.

— Beiträge zur Kenntnis der Tiefseefauna der Schweizerseen. Zool. Anz. Bd. 3, 1880.

— Wenig bekannte Gesellschaften kleiner Tiere unserer Schweizerseen. Neujahrsblatt Naturf. Ges. Zürich, No. 83, 1881.

— Note sur les organismes microscopiques des eaux douces. Arch. sc. phys. nat., Pér. 3, t. 16, 1886.

— und Heuscher, J., Zur Naturgeschichte der Alpenseen. 1, 2. Jahresber. St. Gall. Naturf. Ges. 1885/86, 1887/88.

Aubé, Ch, Iconographie et histoire naturelle des Coléoptères d'Europe. T. 5.

Barrois, Th., Matériaux pour servir à l'étude de la faune des eaux douces des Açores. 1. Hydrachnides. 1887.

— Note sur la dispersion des Hydrachnides. Rev. biol. Nord France. T. 1, 1888/89.

— Contribution à l'étude de quelques lacs de Syrie. Rev. biol. Nord France, T. 6, 1894.

— Recherches sur la faune des eaux douces des Açores. Mém. soc. sciences agricult. arts Lille, sér. 5, 1896.

— et Moniez, R., Matériaux pour servir à l'étude de la faune des eaux douces des Açores. 6. Crustacés, Lille, 1888.

Digitized by Google

Bastian, H. Ch., Monograph on the *Anguillulidae* or free Nematoids, Marine, Land and Freshwater; with descriptions of 100 new species. Transact. Lin. Soc. London, vol. 25, 1866.

Bergendal, D., Zur Rotatorienfauna Grönlands. Acta universatitis Lundensis. T. 28. 1891/92.

Birge, E. A., Plankton Studies on lake Mendota, I, II. Transactions of the Wisconsin Academy of Sciences, Arts and Letters. Vol. 10, 11. 1895—97.

Blanc, H., Note sur *Ceratium hirundinella*, sa variabilité et son mode de reproduction. Bull. Soc. vaud. sc. nat., T. 20, 1884.

— Rhizopodes nouveaux pour la faune profonde du Lac Léman. Bull. soc. vaud. sc. nat., vol. 20, 1891.

— Protistes dragués au fond du Lac Léman. Arch. sc. phys. nat., Novembre-décembre 1891.

— Le Plankton nocturne du lac Léman. Bull. soc. vaud. sc. nat. Vol. 34, 1898.

Blanchard, R., Sur une carotine d'origine animale, constituant le pigment rouge des *Diaptomus*. Mém. Soc. zool. France, T. 3, 1890.

— Description de la *Glossiphonia tessellata*. Mém. soc. zool. France, 1892.

— Présence de la *Glossiphonia tessellata* au Chili. Act. soc. sc. Chili, T. 2, 1892.

— Révision des Hirudinées du musée de Turin. Boll. Mus. zool. Anat. comp. R. Univ. Torino, Aprile 1893.

— Description de la *Xerobdella lecomtei*. Mém. soc. zool. France. T. 5, 1892.

— Courtes Notices sur les Hirudinées. Bull. soc. zool. France, 1892, 1893.

Blanchard, R., et Richard, J., Sur les crustacés des sebkhas et des chotts d'Algérie. Bull. soc. zool. France, T. 15, 1890.

— Sur la faune des lacs élevés des Hautes Alpes. Mém. soc. zool. France, T. 10, 1897.

Böhmig, L., Die Turbellarien Ost-Afrikas. Tierwelt Ost-Afrikas. Bd. 4, 1897.

Borelli, A., Planarie d'acqua dolce. Viaggio del dott. A. Borelli nella Repubblica Argentina e nel Paraguay. Boll. Mus. zool. anat. comp. R. Università Torino, vol. 10, 1895.

Brady, G. St., A revision of the british species of freshwater *Cyclopidae* and *Calanidae*. Nat. hist. Transact. Northumberland Durham, vol. 11, 1891.

Brady, G. St., and Norman, A. M., A monograph of the marine and freshwater *Ostracoda* of the North Atlantic and of North-Western Europe. Scient. Transact. R. Dublin Soc., vol. 4, ser. 2, 1889.

Braem, F., Untersuchungen über die Bryozoen des süssen Wassers. Zool. Anz., Bd. 11, 1888.

— Untersuchungen über die Bryozoen des süssen Wassers. Bibliotheca zoologica, Heft 6, 1890.

Brandt, A., Von den armenischen Alpenseen. Zool. Anz., Bd. 2 und 3, 1879 und 1880.

Braun, M., Ueber die Turbellarien Livlands. Zool. Anz. Bd. 8, 1885.

— Die rhabdocoelen Turbellarien Livlands. Dorpat, 1885.

Bretscher, K., Die Oligochaeten von Zürich in systematischer und biologischer Hinsicht. Rev. suisse zool., T. 3, 1896.

— Beitrag zur Kenntnis der Oligochaetenfauna der Schweiz. Rev. suisse zool., T. 6, 1899.

Brewer, A. D., A study of the *Copepoda* in the vicinity of Lincoln. Cin. Soc. Nat. Hist., vol. 19, 1898.

Brockmeier, H., Ueber Süsswasser-Mollusken in der Gegend von Plön. Forschungsber. Biol. Stat. Plön, Teil 3, 1895.

— Zur Biologie der Süsswasser-Mollusken. Forschungsber. Biol. Stat. Plön, Teil 4, 1896.

— Die Lebensweise der *Limnaea truncatula*. Forschungsber. Biol. Stat. Plön, Teil 6, 1898.

Brun, Végétations pélagiques et microscopiques du lac de Genève. 3ième Bull. soc. bot. Genève. Juin 1884.

Bryce, D., Contributions to the Non-Marine Fauna of Spitsbergen. Part. 2. Report on the *Rotifera*. Proc. zool. soc. London 1897.

Bugnion, E., Notes sur les globules sanguins du *Mermis aquatilis*. Verhdlg. schweiz. naturf. Ges., Bex 1877.

Bunge, G., Ueber das Sauerstoffbedürfnis der Schlammbewohner. Zeitschr. f. physiolog. Chemie. Bd. 12, 1888.

Digitized by Google

Burckhardt, G., Vorläufige Mitteilung über Planktonstudien in den Schweizerseen. Zool. Anz. Bd. 22, 1899.
— Faunistische und systematische Studien über das Zooplankton der grösseren Seen der Schweiz und ihrer Grenzgebiete. Revue suisse de Zoologie. T. 7, 1900.
— Quantitative Studien über das Zooplankton des Vierwaldstättersees. Mitteilungen d. Naturf. Ges. Luzern, 1900 (im Druck).
Bütschli, O., Beiträge zur Kenntnis der freilebenden Nematoden. Nova Acta Halle, Bd. 26, 1873.
— Zur Kenntnis der freilebenden Nematoden, insbesondere der des Kieler Hafens. Abhdlg. Senckenberg. Naturf. Ges., Bd. 9, 1873—1875.
— Protozoa. Bronns Klassen und Ordnungen des Tierreichs.
Carena, Monographie du genre *Hirudo*. Mém. Accad. Torino, T. 25, 1820.
Carl, J., Die *Collembola* der Schweiz. Bullet. soc. zool. Suisse. Berne, 1898.
— Ueber schweizerische Collembola. Revue suisse zool. T. 6, 1899.
de Charpentier, J., Catalogue des Mollusques terrestres et fluviatiles de la Suisse. Neue Denkschr. allg. schweiz. Ges. gesamt. Naturw., Bd. 1, 1837.
Chevreux, E., et de Guerne, J., Sur une espèce nouvelle de *Gammarus* du lac d'Annecy et sur les Amphipodes d'eau douce de la France. Compt. Rend. Acad. Paris, Mai 1892.
— Description de *Gammarus delebequei* n. sp. du lac d'Annecy, suivie de quelques remarques sur les Amphipodes d'eau donce de la France. Bull. soc. zool. France, 1892.
Chichkoff, G. D., Recherches sur les Dendrocoeles d'eau douce. Arch. Biol., T. 12, 1892.
Christ, H., Das Pflanzenleben der Schweiz. 1879.
Claus, C., Die freilebenden Copepoden mit besonderer Berücksichtigung der Fauna Deutschlands. Leipzig 1863.
— Ueber die Wiederbelebung im Schlamme eingetrockneter Copepoden und Copepodeneier. Arbeiten zool. Inst. Wien, T. 11, 1895.
Clessin, S., Das Verhalten der Mollusken im Winter. Correspondenzbl. zool.-mineral. Ver. Regensburg, Jahrg. 26, 1872.
— Beiträge zur Molluskenfauna der oberbayerischen Seen. Correspondenzbl. zool.-mineral. Ver. Regensburg, Jahrg. 27, 28, 29, 1873—1875.
— *Pisidiums* des lacs suisses. Bull. soc. vaud. sc. nat., T. 13, 1874/75.
— Les *Pisidiums* de la faune profonde des lacs suisses. Bull. soc. vaud. sc. nat., T. 14, 1877.
— Die Mollusken der Tiefenfauna unserer Alpenseen. Malakozool. Blätter, Bd. 24, 1878.
— Deutsche Exkursions-Mollusken-Fauna. Nürnberg 1884.
— Die Molluskenfauna Oesterreich-Ungarns und der Schweiz. Nürnberg 1887.
— Die Mollusken des Süsswassers. Tier- und Pflanzenwelt des Süsswassers, 1891.
Collin, A., Ueber *Planaria alpina Dana*. Sitzungsber. Ges. naturf. Freunde, Berlin, Nov. 1891.
— Kleine Mitteilungen über Würmer. Sitzungsber. Ges. naturf. Freunde, Berlin, Nov. 1892.
— Rotatorien, Gastrotrichen und Entozoen Ost-Afrikas. Deutsch-Ost-Afrika. Bd. 4. Tierwelt. Berlin, 1897.
Craven, A. E., Mollusques terrestres et fluviatiles recueillis en Suisse. Annal. soc. malacolog. Belgique, vol. 5, 1870.
Crisp, F., New swiss Rotatoria. Zool. Anz., Bd. 6, 1883.
v. Daday, E., *Branchipus paludosus* O. F. M. in der ungarischen Fauna. Természetrajzi Füzetek, vol. 13, 1890.
— A magyarországi *Diaptomus* — fajok á nézete. (Conspectus Diaptomorum Faunae hungaricae). Természetrajzi Füzetek, vol. 13, 1890.
— Beiträge zur mikroskopischen Süsswasserfauna Ungarns. Természetrajzi Füzetek, vol. 14, 1891.
— Ueber die Ostracoden der Umgebung von Budapest. Természetrajzi Füzetek, vol. 15, 1892.
— Die geographische Verbreitung der im Meere lebenden Rotatorien. Math. u. Naturw. Berichte aus Ungarn. Bd. 9, 1892.

Digitized by Google

v. Daday, E., Rotatorien. In: Resultate d. wiss. Erforschung des Balatonsees. Bd. 2, 1897.
— Nematoden. In: Resultate d. wiss. Erforschung des Balatonsees. Bd. 2, 1897.
— Beiträge zur Kenntnis der Microfauna der Tátraseen. Természetrajzi Füzetek, vol. 20, 1897.
— Mikroskopische Süsswassertiere aus Ceylon. Természetrajzi Füzetek, Bd. 21, 1898.
Dahl, F., Die Copepodenfauna des unteren Amazonas. Ber. Naturf. Ges. Freiburg i. Br., Bd. 8, 1894.
v. Dalla Torre, K. W., Studien über die mikroskopische Tierwelt Tirols. I. Teil: *Rotatoria.* Zeitschr. Ferdinandeum Tirol, Vorarlberg. Heft 33, 1889.
— Studien über die mikroskopische Tierwelt Tirols. II. Teil: *Infusoria Flagellata.* Zeitschr. Ferdinandeum Tirol, Vorarlberg. Heft 34, 1890.
— Studien über die mikroskopische Tierwelt Tirols. III. Teil: *Infusoria Ciliata* und *Tentaculifera.* Zeitschr. Ferdinandeum Tirol, Vorarlberg. Heft 35, 1891.
— Anleitung zum Beobachten der alpinen Tierwelt. Wien 1882.
Darwin, Ch., On the dispersal of freshwater bivalves. Nature 1882.
— Ueber die Entstehung der Arten. Uebersetzg. v. J. V. Carus. Zweite Auflage, Stuttgart 1899.
Dalyell, The Powers of the Creator, II. 1853.
Dana, Mélanges de philosophie et de mathématique de la soc. R de Turin pour les années 1762—1765.
De Filippi, Sulla larva del *Triton alpestris.* Arch. zoologia, dicembre 1861.
Delebecque, A., Les lacs français. Paris 1898.
Della Valle, A. I., Gammarini. Fauna und Flora des Golfes von Neapel, 1893.
De Man, J. G., Die einheimischen, frei in der reinen Erde und im süssen Wasser lebenden Nematoden. Tijdschrift Nederland. Dierk. Vereen, Deel 5, 1881.
Dewitz, H., Beschreibung der Larve und Puppe von *Liponeura brevirostris* Löw. Berliner Entomolog. Zeitschrift, Bd. 25, 1881.
van Douwe, C., Die freilebenden Süsswasser-Copepoden Deutschlands: *Diaptomus denticornis.* Wierz. Zool. Anz., Bd. 22, 1899.
— Zur Morphologie des rudimentären Copepoden-Fusses. Zool. Anz., Bd. 22, 1899.
Dugès, A., Recherches sur l'organisation et les moeurs des Planariées. Annal. sc. naturel., T. 15, 1828.
— Aperçu de quelques observations nouvelles sur les Planaires et plusieurs genres voisins. Annal. sc. nat., T. 21, 1830.
Du Plessis, G., Sur l'origine et la répartition des Turbellariés de la faune profonde du Léman. Verhdlg. schweiz. Naturf. Ges., Bex 1877.
— Essai sur la faune profonde des lacs de la Suisse. Mém. soc. helvétique sciences natur. Vol. 29, 1885.
— Turbellaires des Cantons de Vaud et de Genève. Rev. suisse zool., T. 5, 1897.
Dziedzielewicz, Jósef, Badania fauny górskiej krainy wschodnich Karpat. Kosmos Bd. 3, Lemberg 1898.
Ehrenberg, G. Ch., Beiträge zur Kenntnis der Organisation der Infusorien und ihrer geographischen Verbreitung besonders in Sibirien. Physikal. Abhandlung. königl. Akad. Wissenschaften. Berlin 1830.
— Die Infusionstierchen als vollkommene Organismen. Leipzig 1838.
— Das organische kleinste Leben über dem ewigen Schnee der höchsten Centralalpen. Bericht ü. d. Verhandlungen d. k. preuss. Akad. d. Wissenschaften, 1853.
— Das kleine Leben der bayerischen Alpen. Ibid.
— Ueber neue Anschauungen des kleinsten nördlichen Polarlebens. Ber. Verhdlg. k. preuss. Akad. Wiss. Berlin 1853.
— Mikrogeologie. Berlin 1854.
— Das unsichtbar wirkende Leben der Nordpolarzone. Die zweite deutsche Nordpolarfahrt 1869—1870, Bd. 2.
Emery, C., Sur un oligochète noir des glaciers de l'Alaska. Arch. sc. phys. nat., 1898.
Eylmann, E., Beitrag z. Systematik d. europäisch. Daphniden. Ber. Naturf. Ges. Freiburg i. Br., Bd. 11, 1886.

Digitized by Google

Fatio, V., Les reptiles et Batraciens de la Haute Engadine. Arch. sc. phys. nat., N. Sér. T. 21, 1864.
— Notice historique et descriptive sur trois espèces de grenouilles rousses observées en Europe. Arch. sc. phys. nat., N. Pér. T. 37, 1870.
— Poissons de la Suisse. Arch. sc. phys. nat. Octobre-novembre 1890.
— Les vertébrés de la Suisse. Vol. 3—5, Batraciens et poissons 1872—1890.
— Les Corégones en Suisse. Catalogue Chasse et Pêche de l'Exposition nationale suisse. Genève 1896.
Favre, E., Faune des Coléoptères du Valais et des régions limitrophes. Neue Denkschriften d. allg. schweiz. Ges. f. d. gesamten Naturwissenschaften. Bd. 31, 1890.
— Note historique sur les petits poissons au lac du Grand Saint-Bernard. Bull. soc. Murit. Valais, Vol. 11.
Fieber, F. X., Die europäischen Hemiptera. 1861.
Fischer-Sigwart, H., La grenouille rousse et son genre de vie dans les hautes montagnes. Arch. sc. phys. nat. Octobre-novembre 1887.
— Biologische Beobachtungen an unseren Amphibien. Vierteljahrsschr. Naturf. Ges. Zürich, Jahrg. 62, 1897.
— Biologische Beobachtungen an unseren Amphibien. II. Der Laubfrosch. *Hyla arborea* L. Vierteljahrsschrift Naturf. Ges. Zürich, Jahrg. 63, 1898.
— La *Rana fusca* dans la haute montague. Arch. sc. phys. nat. Octobre-novembre 1899.
Florentin, R., Etudes sur la faune des mares salées de Lorraine. Thèses de Nancy, No 12, 1899.
Forbes, E. B., A contribution to a knowledge of North American freshwater *Cyclopidae*. Bull. Ill. State Labor. Nat. Hist., Vol. 5, 1897.
Forbes, S. A., A preliminary Report on the aquatic invertebrate Fauna of the Yellowstone National Park, Wyoming and the Flathead region of Montana. Bull. U. S. Fish Commission 1891, Washington.
Forel, F. A., Matériaux pour servir à l'étude de la faune profonde du lac Léman. Bull. Société vaudoise sciences naturelles, 1874—1876.
— Faunistische Studien in den Süsswasserseen der Schweiz. Zeitschr. wiss. Zool. Bd. 30, 1878.
— Les échantillons de limon dragués en 1879 dans les lacs d'Arménie. Bull. Acad. Imp. sciences St-Pétersbourg. T. 25, 1880.
— Die pelagische Fauna der Süsswasserseen. Biol. Centralbl. Bd. 2, 1882—1883.
— La faune profonde des lacs suisses. Mémoire couronné par la Société helvétique des sciences naturelles. Nouveaux Mém. Soc. helv. vol. 29, 1885.
— Allgemeine Biologie eines Süsswassersees. In: Tier- und Pflanzenwelt des Süsswassers, 1891.
— Le Léman. T. 1 et 2, Lausanne 1892 et 1895.
Francé, R. H., Zur Biologie des Planktons. Biol. Centralbl. Bd. 14, 1894.
— Protozoen. Resultate der wissenschaftl. Erforschung des Balatonsees. Bd. 2, 1897.
Frey-Gessner, E., Beitrag zur Hemipterenfauna Graubündens. Jahresber. Naturf. Ges. Graubünd. Bd. 16, 1870/71.
Frič, A., Ueber die Fauna der Böhmerwaldseen. Sitzungsber. kgl. böhm. Ges. Wissenschaften, Prag, Jahrg. 71, 1872.
— Ueber weitere Untersuchungen der Böhmerwaldseen. Sitzungsber. böhm. Ges. Wissenschaften, Prag, Jahrg. 73, 1873.
Frič, A., und Vávra, V., Untersuchungen über die Fauna der Gewässer Böhmens. IV. Die Tierwelt des Unterpočernitzer- und Gatterschlager Teiches. Arch. Naturwissenschaftl. Landesdurchforschg. Böhmen, Bd. 9, 1894.
— Untersuchungen über die Fauna der Gewässer Böhmens. Arch. Naturw. Landesdurchforschg. Böhmen, Bd. 10, 1897.
Fries, S., Mitteilungen aus dem Gebiete der Dunkelfauna. Zool. Anz., Bd. 2, 1879.
Fuhrmann, O., Ueber die Turbellarienfauna der Umgebung von Basel. Zool. Anz., Bd. 15, 1892.

Digitized by Google

Fuhrmann, O., Die Turbellarien der Umgebung von Basel. Revue suisse de Zool., T. 2, 1894.
— Recherches sur la faune des lacs alpins du Tessin. Revue suisse de Zoologie, T. 4, 1897.
— Zur Kritik der Planktontechnik. Biol. Centralbl., Bd. 19, 1899.
— Le plankton du Lac de Neuchâtel. Archives des sciences physiques et naturelles. Octob.-nov. 1899
— Beitrag zur Biologie des Neuenburger Sees. Biol. Centralbl. Bd. 20, 1900.
— Note sur les Turbellariés des environs de Genève. Revue suisse de Zoologie, T. 7, 1900.
Garbini, A., Gammari ciechi in acque superficiali basse. Mem. Accad. Verona, vol. 70, s. 3, 1894.
— Contributo allo studio delle Spongille italiane. Accad. agricolt. arti commerc. Verona, T. 70, ser. 3, 1894.
— Primi materiali per una monografia limnologica del lago di Garda. Boll. soc. entomolog. ital. anno 26, 1894.
— Appunti per una limnobiotica italiana. I. *Protozoa, Porifera* e *Coelenterata* del Veronese. Zool. Anz., Bd. 17, 1894.
— Diffusione passiva nella limnofauna. Mem. Accad. Verona, vol. 71, 1895.
— Appunti di Carcinologia veronese. Mem. Accad. Verona, vol. 71, ser. 3, 1895.
— Appunti per una limnobiotica italiana. II. *Platodes, Vermes* e *Bryozoa* del Veronese. Zool. Anz. Bd. 18, 1895.
— Appunti per una limnobiotica italiana. III. *Arthropoda* del Veronese. *Insecta* e *Arachnoidea*. Bull. soc. Entomol. ital. anno 27, 1895.
— Appunti per una limnobiotica italiana. IV. *Mollusca* del Veronese. Zool. Anz., Bd. 18, 1895.
— Osservazioni biologiche intorno alle acque freatiche veronesi. Verona 1896.
— Libellulidi del Veronese. Bollet. società entomologica italiana. Anno 29, 1897.
— Intorno al Plancton dei laghi di Mantova. Accad. Verona, Bd. 74, 1899.
Goll, H., Le véron dans le lac du Grand-Saint-Bernard. Arch. sc. phys. nat. Octob.-nov.-déc. 1893.
Gosset, Ph., Der Märjelensee. Jahrb. S. A. C., Jahrg. 23, 1887/88.
Graeter, A., Les Harpacticides du Val Piora. Rev. suisse zool., T. 6, 1899.
von Graff, L., Die Fauna der Alpenseen. Graz 1886.
— Monographie der Turbellarién. I. *Rhabdocoelida*. Leipzig 1882.
Grube, E., Untersuchungen über die physikalische Beschaffenheit und die Flora und Fauna der Schweizer Seen. Jahresber. schles. Ges. vaterld. Kultur, Jahrg. 56, 1878.
Grnber, A., Ein Wurzelfüsser des Süsswassers in Bau und Lebenserscheinungen. Tier- und Pflanzenwelt des Süsswassers, 1891.
de Guerne, J., Sur les genres *Ectinosoma* Boeck et *Podon* Lilljeborg, à propos de deux Entomostracés trouvés à la Corogne dans l'estomac des Sardines. Bull. soc. zool. France, T. 12, 1887.
— La faune des eaux douces des Açores et le transport des animaux à grande distance par l'intermédiaire des oiseaux. Compt. Rend. soc. biol. vol. 4, 1887.
— Sur la faune des îles de Fayal et de San Miguel (Açores). Compt. Rend. Acad. Paris, T. 105, 1887.
— Le peuplement des Açores. Rev. scientif., T. 15, Paris 1888.
— Excursions zoologiques dans les îles de Fayal et de San Miguel. Campagnes scientifiques du yacht monégasque l'Hirondelle année 3, 1888.
— Sur la dissémination des organismes d'eau douce par les Palmipèdes. Compt. Rend. séances soc. biol. série 8, T. 5, 1888.
— Les Amphipodes de l'intérieur et du littoral des Açores. Bull. soc. zool. France, T. 14, novembre 1889.
— Sur la dissémination des Hirudinées par les Palmipèdes. Compt. Rend. soc. biol. 1892.
— La distribution géographique de *Cypris bispinosa*. Bull. soc. entomol. France, vol. 61, 1892.
— Dissémination des Pélécypodes d'eau douce par les vertébrés. Compt. Rend. soc. biol. vol. 5, 1893.
De Guerne, J., et **Richard**, J., Sur la distribution géographique du genre *Diaptomus*. Compt. Rend. Acad. Paris, T. 107, juillet 1888.

Digitized by Google

de Guerne, J., et Richard, J., Diagnoses de deux *Diaptomus* nouveaux d'Algérie. Bull. soc. zool. France, T. 13, 1888.
— La distribution géographique des Calanides d'eau douce. Assoc. franç. avancement sciences. Congrès de Paris 1889.
— Révision des Calanides d'eau douce. Mém. soc. zool. France, T. 2, 1889.
— Note sur les Entomostracés d'eau douce recueillis par Mr. Rabot dans la province de Nordland. Norvège septentrionale. Bull. soc. zool. France, T. 14, 1889.
— Sur la faune des eaux douces du Groenland. Compt. Rend. Acad., T. 108, Paris 1889.
— Description du *Diaptomus alluaudi* n. sp. recueilli par Mr. Alluaud dans un réservoir d'eau douce à Lanzarote. Bull. soc. zool. France 1890.
— Synonymie et distribution géographique de *Diaptomus alluaudi*. Bull. soc. zool. France.
— Description d'un *Diaptomus* nouveau du Congo. Bull. soc. zool. France 1890.
— Sur quelques Entomostracés d'eau douce de Madagascar. Bull. soc. zool. France 1891.
— Documents nouveaux sur la distribution géographique des Calanides d'eau douce. Assoc. franç. avancement sciences, Congrès de Marseille 1891.
— Entomostracés recueillis par M. Charles Rabot en Russie et en Sibérie. Bull. soc. zool. France, vol. 16, 1891.
— Sur la faune pélagique de quelques lacs des Hautes-Pyrénées. Assoc. franç. avancement scienc. Congrès Pau 1892.
— Voyage de Mr. Rabot en Islande. Sur la faune des eaux douces. Bull. soc. zool. France, vol. 18, 1892.
— Sur la faune des eaux douces de l'Islande. Compt. Rend. Acad. Paris, T. 114, 1892.
— Cladocères et Copépodes d'eau douce des environs de Rufisque. Mém. soc. zool. France, T. 5, 1892.
— Sur la faune pélagique des lacs du Jura français. Compt. Rend. Acad. Paris, T. 117, juillet, 1893.
— *Diaptomus blanci*, Copépode nouveau recueilli par Mr. Edouard Blanc à Boukhara. Bull. soc. zool. France 1896.
Haecker, V., Die Eibildung bei *Cyclops* und *Canthocamptus*. Zool. Jahrb. Abtlg. Morphol., Bd. 5.
Haller, G., Die Hydrachniden der Schweiz. Mitteilungen Bern. Naturf. Ges. 1881.
Hamann, O., Europäische Höhlenfauna. Jena 1896.
Harriet, R., Ein Beitrag zur Kenntnis der Tubificiden. Vierteljahrsschr. Naturf. Ges. Zürich, Jahrg. 37, 1892.
Hartmann, J. D. W., Erd- und Süsswassergasteropoden der Schweiz. 1844.
Hartwig, W., Die lebenden Krebstiere der Provinz Brandenburg. Brandenburgia 1893. Mit Nachträgen bis 1897.
— Zur Verbreitung der niederen Crustaceen in der Provinz Brandenburg. Forschungsber. biol. Stat. Plön, Teil 5, 1897.
— Ueber das Vorkommen einiger „seltener" Entomostraken in der Provinz Brandenburg. Naturwiss. Wochenschrift 1898.
— Zur Verbreitung der niederen Crustaceen in der Provinz Brandenburg. Forschungsber. biol. Stat. Plön, Teil 6, 1898.
— Die Crustaceenfauna des Müggelsees während des Winters. Zeitschr. f. Fischerei, Bd. 5, 1898.
— Eine neue *Candona* aus der Provinz Brandenburg, *C. weltneri*. Sitzungsber. Ges. Naturf. Freunde, Berlin 1899.
— Die niederen Crustaceen des Müggelsees und des Saaler Boddens während des Sommers 1897. Plöner Forschungsber. Teil 7, 1899.
— Eine neue *Candona* der Provinz Brandenburg: *Candona marchica* und die wahre *Candona pubescens* (Koch). Sitzungsber. Ges. Naturf. Freunde, Berlin. Nr. 8, 1899.
Heer, O., Die Käfer der Schweiz mit besonderer Berücksichtigung ihrer geographischen Verbreitung. Neue Denkschr. der allg. schweiz. Gesellschaft f. d. gesamten Naturwissenschaften. Bd. 2, 1838.

Digitized by Google

Heer, O., Fauna Coleopterorum helvetica. Turici 1841.
— Ueber die obersten Grenzen des tierischen und pflanzlichen Lebens in den Schweizer Alpen. Neujahrsblatt Zürich. Naturf. Ges. 1845.
— Die Urwelt der Schweiz. Zürich 1879.
Heim, A., Klönsee und Blegisee. Jahrb. S. A. C., Jahrg. 19, 1883/84.
Heller, C., Ueber die Verbreitung der Tierwelt im Tiroler Hochgebirge. Sitzungsber. k. Akad. Wissenschaften Wien. Bd. 83, 1881.
Heller, C., und v. Dalla Torre, C., Ueber die Verbreitung der Tierwelt im Tiroler Hochgebirge. II. Abthlg. Sitzungsber. Math. Naturw. Klasse k. Akad. Wissenschaften Wien. Bd. 86, 1882.
Hempel, A., A list of the *Protozoa* and *Rotifera* found in the Illinois River and adjacent Lakes at Havana Ill. Bull. Ill. State Labor., vol. 5, 1898.
Herrich-Schäffer, G. A. W., Die wanzenartigen Insekten. Bd. 9.
Herrick, C. L., Microcrustacea from New Mexico. Zool. Anz. Bd. 18, 1895.
Henscher, J., Zur Naturgeschichte der Alpenseen. Jahresber. St. Gall. Naturf. Ges. 1888/89.
— Hydrobiologische Exkursionen im Kanton St. Gallen. Bericht d. St. Gall. naturwiss. Ges. 1890/91.
— Schweizerische Alpenseen. Schweiz. Pädagog. Zeitschrift, Jahrg. 1, 1891.
— Vorläufiger Bericht über die Resultate einer Untersuchung des Wallensees. Schweiz. Fischereiztg., Jahrg. 1, 1893.
— Der Sempachersee und seine Fischereiverhältnisse. Schweiz Fischereiztg., Bd. 3, 1895.
von Heyden, L., Supplement zum Beitrag der Coleopteren-Fauna des Ober-Engadins, insbesondere der Umgegend von St. Moritz. Jahresber. Naturf. Ges. Graubünden. N. F. Jahrg. 16, 1871.
Hofer, B., Fussnote über das Plankton des Bodensees in: *Chun*, Atlantis, biologische Studien über pelagische Organismen. Zoologica Bd. 7, 1894–1896.
Hofer, J., Die Trüsche. Schweiz. Fischereiztg., Bd. 2, 1897.
— Der Barsch. Schweiz. Fischereiztg., Bd. 4, 1899.
Hoffmeister, W., De vermibus quibusdam ad genus lumbricorum pertinentibus.
Hudson, C. T., and Gosse, P. H., The *Rotifera* or wheel-animalcules both british and foreign. London 1889.
Huitfeldt-Kaas, H., Plankton in norwegischen Binnenseen. Biol. Centralbl. Bd. 18, 1898.
v. Humboldt, A., Ansichten der Natur. Bd. 2.
Jägerskiöld, L. A., Ueber zwei baltische Varietäten der Gattung *Anuraea* Zool. Anz., Bd. 17, 1894.
Imhof, O. E., Studien zur Kenntnis der pelagischen Fauna der Schweizerseen. Zool. Anz., Bd. 6, 1883.
— Resultate meiner Studien über die pelagische Fauna kleinerer und grösserer Süsswasserbecken der Schweiz. Zeitschr. wiss. Zool., Bd. 40, 1884.
— Faunistische Studien in 18 kl. u. gr. österreichischen Süsswasserbecken. Sitzungsber. math. nat. Kl. Akad. Wiss. Wien, Bd. 91, 1885.
— Zoologische Mitteilungen. Vierteljahrsschrift Naturf. Ges. Zürich, Jahrg. 30, 1885.
— Sur la faune profonde et pélagique des lacs alpins élevés. Arch. sc. phys. natur. Septembre 1885.
— Weitere Mitteilung über die pelagische und Tiefseefauna der Süsswasserbecken. Zool. Anz., Bd. 8, 1885.
— Ueber die „blassen Kolben" an den vorderen Antennen der Süsswasser-Calaniden. Zool. Anz., Bd. 8, 1885.
— Die Rotatorien als Mitglieder der pelagischen und Tiefseefauna der Süsswasserbecken. Zool. Anz., Bd. 8, 1885.
— Notiz bezüglich der Verbreitung der Turbellarien in der Tiefseefauna der Süsswasserbecken. Zool. Anz., Bd. 8, 1885.
— Studien über die Fauna hochalpiner Seen, insbesondere des Kantons Graubünden. Jahresber. Naturf. Ges. Graubünden, Jahrg. 30, 1885/86.

Digitized by Google

Imhof, O. E., Vorläufige Notizen über die horizontale und vertikale geographische Verbreitnng der pelagischen Fauna der Süsswasserbecken. Zool. Anzeiger, Bd. 9, 1886.
— Neue Resultate über die pelagische und Tiefseefauna einiger im Flussgebiet des Po gelegener Süsswasserbecken. Zool. Anz., Bd. 9, 1886.
— Ueber mikroskopische pelagische Tiere aus der Ostsee. Zool. Anz., Bd. 9, 1886.
— Ueber die mikroskopische Tierwelt hochalpiner Seen. Zool. Anz., Bd. 10, 1887.
— Notizen über die pelagische Fauna der Süsswasserbecken. Zool. Anz., Bd. 10, 1887.
— Les animaux microscopiques des eaux douces. Arch. sc. phys. nat. Octobre-novembre 1887.
— Zur Kenntnis der Hydrologie des Kantons Graubünden. Jahresber. Naturf. Ges. Graubünden. Jahrg. 32, 1887/88.
— Ueber das Calanidengenus *Heterocope*. Zool. Anz., Bd. 11, 1888.
— Ein neues Mitglied der Tiefseefauna der Süsswasserbecken. Zool. Anz., Bd. 11, 1888.
— Sur la dissémination des organismes d'eau douce par les Palmipèdes; J. de Guerne. Zool. Anz., Bd. 11, 1888.
— Die Verteilung der pelagischen Fauna in den Süsswasserbecken. Zool. Anz., Bd. 11, 1888.
— Fauna der Süsswasserbecken. Zool. Anz., Bd. 11, 1888.
— Vorläufige Notiz über die Lebensverhältnisse in den Seen unter der Eisdecke. Jahresber. Naturf. Ges. Graubünden. N. F., Jahrg. 34, 1889/90.
— Notiz über die Süsswasser-Calaniden. Zool. Anz., Bd. 13, 1890.
— Das Cladocerengenus *Bosmina*. Zool. Anz., Bd. 13, 1890.
— Das Flagellatengenus *Dinobryon*. Zool. Anz., Bd. 13, 1890.
— Poppes Bemerkung zu meiner Notiz zu dessen Berichtigung in Nr. 300. des Zoolog. Anzeigers. Zool. Anz., Bd. 13, 1890.
— Notiz über das Vorkommen von *Pedalion mirum*, Hudson. Zool. Anz., Bd. 13, 1890.
— Notiz über Rotatorien, speciell über die Gattung *Pedalion* Hudson. Biol. Centralbl., Bd. 10, 1890.
— Le genre *Diaptomus*. Arch. sc. phys. nat. Octobre-novembre 1890.
— Fortschritte in der Erforschung der Tierwelt der Seen. Vortrag schweiz. Naturf. Vers. Davos 1890.
— Considérations générales sur la faune des invertébrés de la Suisse. Arch. sc. phys. nat. Novembre-décembre 1891.
— Beiträge zur Kenntnis der schweiz. Tierwelt der stehenden Gewässer. Mittlg. Aarg. Naturf. Ges., Heft 6, 1891.
— Ueber das Leben und die Lebensverhältnisse zugefrorener Seen. Mittlg. Aarg. Naturf. Ges., Heft 6, 1891.
— Die Arten und die Verbreitung des Genus *Canthocamptus*. Biol. Centralbl., Bd. 11, 1891.
— Ueber die pelagische Fauna einiger Seen des Schwarzwaldes. Zool. Anz., Bd. 14, 1891.
— Die Zusammensetzung der pelagischen Fauna der Süsswasserbecken. Biol. Centralbl., Bd. 12, 1892.
— Beitrag zur Kenntnis der Lebensverhältnisse der Rotatorien. Ueber marine, brackische und eurhyaline Rotatorien. Biol. Centralbl., Bd. 12, 1892.
— Faune des lacs alpins en hiver. Arch. sc. phys. nat. Octobre-novembre-décembre 1892.
— Les organismes inférieurs des lacs de la région du Rhône. Arch. sc. phys. nat. Octobre-novembre-décembre 1893.
— Rotifères en Suisse. Arch. sc. phys. nat. Octobre-novembre-décembre 1893.
— *Ceriodaphnia (Cladocera)*. Biol. Centralbl., Bd. 13, 1893.
— Bemerkenswerte Vorkommnisse von Rotatorien. Eurhyaline Rotatorien der Alpenseen. Biol. Centralbl., Bd. 13, 1893.
— Ueber das Vorkommen von Fischen in den Alpenseen der Schweiz. Biol. Centralbl., Bd. 14, 1894.
— Summarische Beiträge zur Kenntnis der Aquatilia invertebrata der Schweiz. Biolog. Centralbl., Bd. 15, 1895.

Digitized by Google

Imhof, O. E., Premiers résultats des recherches sur la faune des invertébrés aquatiques du canton de Fribonrg. Bnll. Soc. fribonrg. sc. nat., année 11—15, 1890—93, vol. 6, 1895.

Imhof, Ednard, Itinerarium des S. A. C. für 1890/91.

Jnrine, L., Histoire des monocles qui se trouvent aux environs de Genève. Genève 1820.

Karsch, F., Aus der Biologie der Blepharoceriden. Biol. Centralbl., Bd. 1, 1881/82.

Kanfmann, A., Die Ostracoden der Umgebung Berns. Mittlg. Naturf. Ges. Bern 1892.

— Die schweizerischen Cytheriden. Revne suisse de Zoologie, T. 4, 1896.

— Les Ostracodes de la Suisse. Arch. sc. phys. nat. Octobre-novembre 1899.

— Ueber zwei neue *Candona*-Arten aus der Schweiz. Zool. Anz., Bd. 23, 1900.

— Neno Ostracoden aus der Schweiz. Zool. Anz., Bd. 23, 1900.

Keller, J., Turbellarien der Umgebung von Zürich. Rev. suisse Zool., T. 3, 1895/96.

Kennel, J., Untersuchnngen an neuen Turbellarien. Zool. Jahrb. Abtlg. Anat. Ontog., Bd. 3, 1889.

de Kerhervé, L. B., Généralités et remarques sur les *Moina*. Bull. soc. zool. France 1890.

— De l'apparition provoquée des ephippies chez les Daphnies *(D. magna)*. Mém. soc. zool. France 1892.

— De l'apparition provoqnée des mâles chez les Daphnies. Mém. soc. zool. France, T. 8, 1895.

Killias, E., Beiträge zu einem Verzeichnisse der Insektenfauna Graubündens. Jahresber. der Naturf. Ges. Graubündens. N. F. Bd. 22, 33, 34, 36, 37.

Klocke, E., Beiträge znr Cladocerenfanna der Ostschweiz. Vierteljahrsschr. Naturf. Ges. Zürich, Bd. 38, 1893.

Koch, C., Ueber Mollusken nnd Arachniden der Oetzthaleralpen. In: Petersen, Th., Aus den Oetzthaleralpen 1876.

Könike, F., Verzeichnis von im Harz gesammelten Hydrachniden. Abhdlg. naturw. Ver. Bremen, Bd. 8, 1883.

— Verzeichnis finnländischer Hydrachniden. 1888.

— Knrzer Bericht über nordamerikanische Hydrachniden. Zool. Anz., Bd. 14, 1891.

— Zwei neue Hydrachniden-Gattungen aus dem Rhätikon. Zool. Anz., Bd. 15, 1892.

— Noch eine nene Hydrachnide aus dem Rhätikon. Zool. Anz., Bd. 16, 1893.

— Die von Herrn Dr. F. Stuhlmann in Ost-Afrika gesammelten Hydrachniden des Hamburger naturhistorischen Museums. Jahrb. Hamburgisch. wissenschaftl. Anst., Bd. 10, 1893.

— Liste des Hydrachnides recueillies par le Dr. Th. Barrois en Palestine, en Syrie et en Egypte. Rev. biol. Nord France, T. 7, 1894—95.

— Hydrachniden. In: Deutsch-Ost-Afrika. Bd. 4. Die Tierwelt Ost-Afrikas. Wirbellose Tiere. Berlin 1895.

— Nordamerikanische Hydrachniden. Abhdlg. naturw. Ver. Bremen, Bd. 13, 1895.

— Ueber bekannte nnd neue Wassermilben. Zool. Anz., Bd. 18, 1895.

— Zwei nene Hydrachniden-Gattungen nebst sechs unbekannten Arten. Zool. Anz., Bd. 19, 1896.

— Nene *Sperchon*-Arten ans der Schweiz. Rev. suisse Zool., T. 3, 1896.

— Holsteinische Hydrachniden. Forschungsber. biol. Stat. Plön, Teil 4, 1896.

— Revision von H. Leberts Hydrachniden des Genfer Sees. Zeitschr. wiss. Zool., Bd. 35.

— Zwei neue Hydrachniden ans dem Isergebirge. Zeitschr. wiss. Zool., Bd. 43.

Kolenati, F. A., Genera et Species Trichopterorum. Pars altera: Aequipalpidæ. Nouveaux Mémoires de la Société des Naturalistes, T. 11, 1859.

Krämer, A., Zur Mikrofanna Samoas. Zool. Anz., Bd. 20, 1897.

Kraepelin, K., Die dentschen Süsswasserbryozoen. Abhldlg. a. d. Geb. der Naturwiss. Herausgegeben vom naturw. Ver. Hambnrg. Bd. 10, 1887.

Kramer, P., Grundzüge zur Systematik der Milben.

— Neue Acariden.

— Die Hydrachniden. In: Tier- nnd Pflanzenwelt des Süsswassers, 1891.

Knrz, W., Ueber limicole Cladoceren. Zeitschr. wiss. Zool., Bd. 30, Supplement, 1887.

Digitized by Google

Labram, J. D., nnd **Imhoff**, L., Insekten der Schweiz, die vorzüglichsten Gattungen je durch eine Art dargestellt. Bd. 3.
Ladenburger, R., Zur Fauna des Mansfelder Sees. Zool. Anz., Bd. 7, 1884.
Lampert, K., Bemerkungen z. Süsswasserfanna Württembergs. Jahresh. Ver. vaterl. Naturk. Württemb. 1893.
— Das Tierleben unserer Seen im Winter. Jahreshefte Ver. vaterländ. Naturk. Württemb. 52. Jahrg., 1896.
Lauterborn, R., Ueber Periodicität im Auftreten und in der Fortpflanzung einiger pelagischer Organismen des Rheins und seiner Altwasser. Verhdlg. Naturhist.-Med. Ver. Heidelberg. N. F., Bd. 5, 1893.
— Ueber die Winterfauna einiger Gewässer der Oberrheinebene. Mit Beschreibungen neuer Protozoen. Biol. Centralbl., Bd. 14, 1894.
— Vorläufige Mitteilung über den Variationskreis von *Anuraea cochlearis* Gosse. Zool. Anz., Bd. 21, 1898.
— Ueber die zyklische Fortpflanzung limnetischer Rotatorien. Biol. Centralbl., Bd. 18, 1898.
Leidy, J., Freshwater Rhizopods of North America. Report of the United States geological survey of the territories. Vol. 12, 1879.
Lemmermann, E., Der grosse Waterneverstorfer Binnensee. Eine biologische Studie. Forschungsber. biol. Stat. Plön, Teil 6, 1898.
Levander, K. M., Liste über im finnischen Meerbusen in der Umgebung von Helsingfors beobachtete Protozoen. Zool. Anz., Bd. 17, 1894.
— Kleine Beiträge zur Kenntnis des Tierlebens unter dicker Eisdecke in einigen Gewässern Finnlands. Meddelanden af soc. pro Fauna et Flora fennica. H. 20, 1894.
— Materialien zur Kenntnis der Wasserfauna in der Umgebung von Helsingfors, mit besonderer Berücksichtigung der Meeresfauna. I. *Protozoa*. Acta Soc. Fauna Flora fennica. T. 12, 1894.
— Materialien zur Kenntnis der Wasserfauna in der Umgebung von Helsingfors, mit besonderer Berücksichtigung der Meeresfauna. II. *Rotatoria*. Acta Soc. Fauna Flora fennica. Bd. 12, 1894.
Leydig, F., Naturgeschichte der Daphniden. Tübingen, 1860.
Lilljeborg, W., Description de deux espèces nouvelles de *Diaptomus* dn Nord de l'Europe. Bull. soc. zool. France, T. 13, 1888.
Linko, A., Liste des Cladocères recueillis aux environs de la ville de Pétrosawodsk. Bull. soc. zool. France. T. 24, 1899.
Löwl, F., Der Lünersee. Zeitschr. deutsch-österreich. Alpenverein, Bd. 19, 1888.
Lorenz, P., Die Fische des Kantons Graubünden. Jahresber. Naturf. Ges. Graub. Bd. 41, 1898.
— Die Fische des Kantons Graubünden. Beilage Schweiz. Fischereiztg., Bd. 2, 1897.
Lorenzi, A., Una visita al laghetto di Cima Corso (Ampezzo). In Alto, cron. soc. alp. Friul., anno 7, 1896.
— La Fauna dei laghi del Friuli. In Alto, cronaca soc. alpina Friulina. Anno 7, 1897.
— La palude di Solimbergo. In Alto, anno 10, 1899.
— Intorno ai limiti altimetrici dei fenomeni fisici e biologici nelle regioni centrali e periferiche delle Alpi. In Alto, anno 10, 1899.
Lubbock, J., On some freshwater *Entomostraca*. Transactions Linn. Soc. London 1863.
Lutz, A., Untersuchung über die Cladoceren der Umgebung von Bern. Mittlg. Naturf. Ges. Bern 1878.
Marinelli, O., Rivista Geografica Italiana. Anno 3, 1896.
Marshall, W., Einige vorläufige Bemerkungen über die Gemmulae der Süsswasserschwämme. Zool. Anz., Bd. 6, 1883.
v. **Martens**, E., Die lebenden Mollusken in den Kantonen Appenzell und St. Gallen. Bericht St. Gall. Naturw. Ges., 1889/90.
Matzdorff, C., Jahresbericht über die Bryozoen für 1894, 1895 und 1896. Archiv f. Naturgesch. 1899.
Maupas, E., Sur le déterminisme de la sexualité chez l'*Hydatina senta*. Compt. Rend. Acad. sc., Paris 1891.
Meissner, M., Beitrag zur Kenntnis der geographischen Verbreitung der Bryozoengattung *Plumatella* in Afrika. Zool. Anz., Bd. 16, 1893.

Digitized by Google

Meissner, M., Weiterer Beitrag zur Kenntnis der geographischen Verbreitung der Süsswasserbryozoengattung *Plumatella*. Zool. Anz., Bd. 20, 1897.
Mettier, P., Naturgeschichtliches aus Arosa. Jahrb. S. A. C., Jahrg. 30, 1894/95.
Migula, W., Die Verbreitungsweise der Algen. Biol. Centralbl., Bd. 8, 1888.
Möbius, C., Systematische Darstellung der Tiere des Plankton gewonnen in der westlichen Ostsee. 5. Ber. Kommiss. wiss. Untersuch. deutsch. Meere. Kiel 1887.
Moniez, R., Le lac de Gérardmer. Dragages et pêches pélagiques. Feuille jeunes Naturalistes. Année 17, 1887.
— Pêches de Mr. Dollfus dans les lacs de l'Engadine et du Tyrol. Feuille jeunes Naturalistes. Année 17, 1887.
— Sur quelques Cladocères et sur un Ostracode nouveaux du Lac Titicaca. Revue biol. Nord France, T. 1, 1888/89.
— Faune des eaux souterraines du Département du Nord et en particulier de la ville de Lille. Revue biol. Nord France. T. 1, 1888/89.
— Note sur la faune des eaux douces de la Sicile. Feuille jeunes Natural., année 20, 1889.
— Acariens et Insectes marins des Côtes du Boulonnais. Revue biologique du Nord de la France. T. 2, 1890.
— Acariens observés en France. Rev. biol. Nord France, T. 3, 1890.
— Faune des lacs salés d'Algérie. Ostracodes. Mém. soc. zool. France, 1891.
Moquin-Tandon, A., Monographie de la famille des Hirudinées. Paris 1846.
Mörch, Faunula Molluscorum Islandiæ. Vidensk. Meddel. fra naturh. Foren 1868/69.
Mrázek, A., Die Copepoden Ost-Afrikas. Deutsch-Ost-Afrika. Bd. 4, Tierwelt, Berlin 1896.
— Ueber das Vorkommen einer Süsswassernemertine in Böhmen, mit Bemerkungen über die Biologie des Süsswassers. Sitzungsber. k. böhm. Ges. Wiss., math. naturw. Kl., 1900.
Müller, A., On the dispersal of non-migratory Insects by athmospheric agencies. Transactions Entomol. soc. 1871.
Müller, P. E., Note sur les Cladocères des grands lacs de la Suisse. Arch. sc. phys. nat., N. Pér., T. 37, avril 1870.
Müller, F., Verwandlung und Verwandtschaft der Blepharoceriden. Zool. Anz., Bd. 4, 1881.
Nordquist, O., Die pelagische und Tiefseefauna der grösseren finnischen Seen. Zool. Anz., Bd. 10, 1887.
— Ueber *Moina bathycola* und die grössten Tiefen, in welchen Cladoceren gefunden werden. Zool. Anz., Bd. 11, 1888.
— Die Calaniden Finnlands. Bidrag till kännedom af Finnlands Natur och Folk. Heft 49, 1888.
Pavesi, P., Notes physiques et biologiques sur trois petits lacs du bassin tessinois. Archives sciences physiques et naturelles. T. 22, 1889.
— La vita nei laghi. Discorso letto nell' inaugurazione dell' anno accademico della R. Università di Pavia. Nov. 1889.
— Une série de recherches sur la faune pélagique des lacs du Tessin et de l'Italie. Arch. sc. phys. nat., Octobre-novembre-décembre 1880.
Penard, E., Les Rhizopodes de la Faune profonde dans le lac Léman. Revue suisse de Zoologie. T. 7, 1899.
Pero, P., I laghi alpini valtellinesi. Valle del Siro (Spluga).
Perty, M., Ueber vertikale Verbreitung mikroskopischer Lebensformen. Mitteilungen d. Naturf. Ges. Bern 1849.
— Mikroskopische Organismen der Alpen und der italienischen Schweiz. Ibidem.
— Neue Rädertiere der Schweiz. Mittlg. Naturf. Ges. Bern 1850.
— Zur Kenntnis kleinster Lebensformen nach Bau, Funktionen, Systematik, mit Specialverzeichnis der in der Schweiz beobachteten. Bern 1851.
Petersen, Th., Aus den Oetzthaleralpen. München 1876.

Digitized by Google

Pictet, F. J., Recherches pour servir à l'histoire et à l'anatomie des Phryganides, 1834.
— Histoire naturelle générale et particulière des insectes névroptères. Famille des Perlides. Genève 1842.
— Histoire naturelle générale et particulière des insectes névroptères. Famille des Ephémérines. Genève 1843.
— Mémoire sur le genre *Sialis* Latreille, et considérations sur la classification de l'ordre des Névroptères.
— Mémoire sur les larves des Némoures. Annal. sc. nat. T. 26.
— Mémoire sur les métamorphoses des Perles. Annal. sc. nat. T. 28.
Piersig, R., Beiträge zur Kenntnis der im Süsswasser lebenden Milben. Zool. Anz., Bd. 15, 1892.
— Neues über Wassermilben. Zool. Anz., Bd. 16, 1893.
— Einige neue Hydrachniden-Formen. Zool. Anz., Bd. 19, 1896.
— Einige neue deutsche Hydrachniden. Zool. Anz., Bd. 20, 1897.
— Hydrachnidenformen aus der Hohen Tátra. Zool. Anz., Bd. 21, 1898.
— Neue Hydrachnidenformen aus dem sächsischen Erzgebirge. Zool. Anz., Bd. 21, 1898.
— In- und ausländische Hydrachniden. Zool. Anz., Bd. 21, 1898.
— Hydrachnidenformen aus den deutschen Mittelgebirgen. Zool. Anz., Bd. 21, 1898.
— Neue Beiträge über Hydrachniden. Zool. Anz., Bd. 22, 1899.
— Deutschlands Hydrachniden. Zoologica, Heft 22, 1897—1900.
Piguet, E., Notice sur la répartition de quelques Vers oligochètes dans le lac Léman. Bull. soc. vaud. sc. nat. 1899.
Pitard, E., Le Plankton des lacs du Jura. Arch. sc. phys. nat. Décembre 1896.
— Sur le Plankton du lac de Chavonnes. Arch. Scienc. phys. nat. Période 4, T. 3, 1897.
— Sur le Plankton du lac Brenet. Arch. sc. phys. nat. Janvier 1897.
— Sur le Plankton du lac de Joux. Arch. sc. phys. nat. Janvier 1897.
— Le Plankton du lac de Lowerz. Arch sc. phys. nat. Janvier 1897.
— A propos du *Ceratium hirundinella* O. F. M. Arch. sc. phys. nat., Pér. 4, T. 3, 1897.
v. Planta-Reichenau, Ueber St. Antönien und die Höhlen der Sulzfluh nach dem Montafun. Neue Alpenpost, Bd. 6, 1877.
Plate, L., Beiträge zur Naturgeschichte der Rotatorien. Jena 1885.
— Untersuchungen einiger an den Kiemenblättern des *Gammarus pulex* lebenden Ektoparasiten. Zeitschrift wiss. Zool., Bd. 43, 1886.
— Ueber die Rotatorienfauna des bottnischen Meerbusens. Zeitschr. f. wiss. Zool, Bd. 49, 1889.
— Beiträge zur Naturgeschichte der Tardigraden. Zool. Jahrbücher, Abteilung f. Anatomie und Ontogenie der Tiere, Bd. 3.
— Die Rädertiere. Tier- und Pflanzenwelt des Süsswassers, 1891.
Poppe, S. A., Bemerkungen zu R. Ladenburgers: Zur Fauna des Mansfelder Sees. Zool. Anz., Bd. 7, 1884.
— Notizen zur Fauna der Süsswasser-Becken des nordwestlichen Deutschland mit besonderer Berücksichtigung der Crustaceen. Abhdlg. naturw. Ver. Bremen, Bd. 10, 1889.
— Diagnoses de deux espèces nouvelles du genre *Diaptomus*. Bull. soc. zool. France, T. 13, 1888.
— Berichtigung zu Dr. O E. Imhofs Aufsatz: Fauna der Süsswasserbecken. Zool. Anz., Bd. 12, 1889.
— Ein neuer *Diaptomus* aus Brasilien. Zool. Anz., Bd. 14, 1891.
Poppe S. A. und Mrázek, A., Die von Herrn Dr. F. Stuhlmann auf Zanzibar und dem gegenüberliegenden Festlande gesammelten Süsswasser-Copepoden. Jahrb. Hamburg wiss. Anst., Bd. 12, 1895.
— Entomostraken von Südgeorgien. Jahrb. Hamburg wiss. Anst., Bd. 12, 1895.
— Die von Herrn Dr. H. Driesch auf Ceylon gesammelten Süsswasserentomostraken. Jahrb. Hamburg wiss. Anst., Bd. 12, 1895.
Protz, A., Beiträge zur Hydrachnidenkunde. Zool. Anz., Bd. 19, 1896.
Pugnat, Ch. A., Première contribution à l'étude de la faune des lacs de la Savoie. Rev. savoisienne, 1897.
Réaumur, R. A., Mémoires pour servir à l'histoire des insectes. T. 4, 5, 1740.

Digitized by Google

Redtenbacher, L., Fauna austriaca. Die Käfer.
Rehberg, H., Weitere Bemerkungen üb. freilebende Copepoden. Abhdlg. naturw. Ver. Bremen, Bd. 7, 1880.
Reighard, J. E., A biological examination of lake St-Clair. Bull. Mich. Fish. Commission, No. 4, 1894.
Richard, J., Sur la faune pélagique de quelques lacs d'Auvergne. Compt. Rend. Acad. sc. Paris, T. 105, 1887.
— Cladocères et Copépodes non marins de la faune française. Rev. scient. Bourbonnais 1888.
— Notes sur les pêches effectuées par M. Ch. Rabot dans les lacs Enara, Imandra et dans le Kolozero. Bull. soc. zool. France, T. 14, 1889.
— Recherches sur le système glandulaire et sur le système nerveux des Copépodes libres d'eau douce. Thèses Faculté sciences Paris. Sér. A, 169, 1891.
— Sur quelques animaux inférieurs des eaux douces du Tonkin. Mém. soc. zool. France, T. 7, 1893.
— Cladocères recueillis par le Dr. Théod. Barrois en Palestine, en Syrie et en Egypte. Rev. biol. Nord France, T. 4, 1894.
— Cladocères et Copépodes recueillis par M. Kavraisky près de Tiflis et dans le lac Goktsha. Bull. soc. zool. France, T. 20, 1895.
— Sur quelques Entomostracés d'eau douce d'Haïti. Mém. soc. zool. France, T. 8, 1895.
— Sur la faune de quelques lacs élevés du Caucase d'après les récoltes de M. Kavraisky. Bull. soc. zool. France, T. 21, 1896.
— Sur la faune des eaux douces des Açores. Bull. soc. zool. France, T. 21, 1896.
— Entomostracés recueillis par M. Steindachner dans les lacs de Janina et de Scutari. Ann. nat. Hofmus. Wien, Bd. 21, 1897.
— Entomostracés recueillis par M. Ch. Rabot à Jan Mayen et au Spitzberg. Bull. soc. zool. France, T. 22, 1897.
— Entomostracés de l'Amérique du Sud recueillis par MM. U. Deiters, H. v. Ihering, G. W. Müller et C. O. Poppe. Mém. soc. zool. France, 1897.
— Sur quelques Entomostracés d'eau douce des environs de Buenos Aires. Annales Museo Nacional Buenos Aires. T. 5, 1897.
— Sur deux Entomostracés d'eau douce recueillis par Mr. Chaffanjon en Mongolie. Bull. Mus. Hist. nat. 1897.
— Sur la faune des eaux douces des îles Canaries. Compt. Rend. Acad. Paris, 1898.
— Sur la faune des eaux douces explorées en 1898 pendant la campagne du yacht Princesse-Alice (Lofoten, Spitsberg, Iles Beeren, Hope, de Barents et Faroer). Mém. soc. zool. France. Année 1898.
Richard, J., et Moniez, R., Entomostracés d'eau douce de Sumatra et de Célèbes. Zoolog. Ergebnisse einer Reise in Niederländisch Ost-Indien. Bd. 2, 1891.
Ris, F., Die schweizerischen Libellen. Fauna insectorum Helvetiæ. Mitteilungen d. schweiz. entomolog. Gesellschaft. Bd. 8, 1886.
— Neuropterologischer Sammelbericht 1894—1896.
Römer, F., und Schaudinn, F., Fauna arctica. Jena 1900.
de Rougemont, Ph., Etude de la faune des eaux privées de lumière. Histoire naturelle du *Gammarus puteanus.* 1874.
Rütimeyer, L., Die Bevölkerung der Alpen. Jahrbuch des S. A. C., Jahrg. 1, 1864.
v. Salis, F., Tableaux über schweiz. Flüsse, Gletscher und Seen. Jahrb. S. A. C., Bd. 7, 1871/72.
— Der Merjelensee im Wallis. Jahrb. S. A. C., Jahrg. 14, 1878/79.
Sars, G. O., Oversigt af de af ham i Omegmen af Christiania iagttagne *Crustacea-Cladocera.* Forhandl. Vidensk.-Selsk. Christiania. Aar 1861 und 1862.
— On some freshwater Ostracoda and Copepoda raised from dried Australian mud. Forhandl. Vidensk.-Selsk. Christiania 1890.
Sars, G. O., The *Phyllopoda* of the Jana Expedition. Annuaire Mus. Zool. Acad. St-Pétersbourg 1897.
— The *Cladocera, Copepoda* and *Ostracoda* of the Jana Expedition. Annuaire Musée zool. Acad. Imp. Sciences St-Pétersbourg 1898.

Digitized by Google

Schacht, W. F., The North American Species of *Diaptomus*. Bull. Illinois State Laborat. Nat. Hist., vol. 5, 1898.

— The North American *Centropagidae* belonging to the genera *Osphranticum*, *Limnocalanus* and *Epischura*. Bull. Ill. State Laborat. Nat. Hist. Urbana, Ill., vol. 5, 1898.

Schilling, A. J., Die Süsswasserperidineen. Flora oder Allgem. bot. Ztg., Heft 3, 1891.

Schinz, H. R., Verzeichnis der in der Schweiz vorkommenden Wirbeltiere. Neue Denkschr. allg. schweiz. Ges. gesamt. Naturw., N. F. Bd. 1, 1837.

Schlagintweit, A., Bemerkungen über die höchsten Grenzen der Tiere in den Alpen. Archiv für Naturg., Bd. 17, 1851.

Schmeil, O., Beitrag zur Kenntnis der Süsswassercopepoden Deutschlands mit besonderer Berücksichtigung der Cyclopiden. Dissertation. Halle 1891.

— Die Copepoden des Rhätikon Gebirges. Abhdlg. Naturf. Ges. Halle, Bd. 19, 1893.

— Deutschlands freilebende Süsswasser-Copepoden. Teil 1—3 und Nachtrag. Zoologica 1892—1897.

— Einige neue Harpacticiden-Formen des Süsswassers. Zeitschr. f. Naturw., Bd. 67.

— Neue Spaltfusskrebse der Provinz Sachsen. Zeitschr. f. Naturw., Bd. 68, 1895.

Schröter, L., Nouvelles recherches sur le Plankton. Arch. sc. phys. nat. Octobre-novembre 1899.

Scott, Th., The invertebrate Fauna of the Inland waters of Scotland. Part. 6 and 7, 14 and 15. Annual Report of the Fishery Board for Scotland.

— The invertebrate Fauna of the inland waters of Scotland. Report on special investigation. 17. annual Report of the Fishery Board for Scotland.

— Marine and Freshwater Crustacea from Franz-Josef-Land. Journ. Linn. Soc. London, zool. vol. 27, Nr. 174.

Scott, Th. and Duthie, R., The inland waters of the Shetland islands. Part. 2. 14. annual Rep. of the Fishery Board for Scotland.

— An account of the examination of some of the Lochs of Shetland. 15. annual Report of the Fishery Board for Scotland 1897.

Scott, Th., and Lindsay, J., The Upper Elf Loch, Braids.

Scourfield, J. D., A preliminary account of the *Entomostraca* of North Wales. Journ. Queckett Microscop. Club, vol. 6, 1895.

— Contributions to the Non-marine Fauna of Spitsbergen. Part. 1. Preliminary Notes and Reports on the Rhizopoda, Tardigrada, Entomostraca etc. Proc. Zool. soc. London 1897.

Seligo, A., Die Gewässer bei Danzig und ihre Fauna. Mitteilungen über Fischerei in Westpreussen.

— Hydrobiologische Untersuchungen. I. Zur Kenntnis der Lebensverhältnisse in einigen westpreussischen Seen. Schriften naturf. Ges. Danzig, Bd. 7, 1890.

— Ueber einige Flagellaten des Süsswasserplankton. Festgabe westpreuss. Fischereiver. Jubil. Naturf. Ges. Danzig. Januar 1893.

Senna, B., Escursione zoologica a due laghi friulani. Bull. Soc. Entom. Ital., Ann. 22, 1890.

Sharpe, W. R., Contribution to a knowledge of the North-American Freshwater *Ostracoda* included in the families *Cytheridae* and *Cyprididae*. Bull. Ill. State Labor. Nat. Hist. Urbana Ill., vol. 5, 1897.

Silliman, W. A., Beobachtungen über die Süsswasserturbellarien Nordamerikas. Zeitschr. wiss. Zool. 1885.

Simroth, H., Die Entstehung der Landtiere. Leipzig 1891.

Spencer Pearce, S., Notes on the Land and Freshwater *Mollusca* of the Upper Engadine and the Bregaglia valleys. Journ. Conch. 1887.

Stebler, F. G., und Schröter C., Beiträge zur Kenntnis der Matten und Weiden der Schweiz, 1892.

Steck, Th., Beiträge zur Biologie des grossen Moosseedorfsees. Mittlg. Naturf. Ges. Bern 1893.

Stenroos, K. E., Die Cladoceren der Umgebung von Helsingfors. Acta Soc. Fauna Flora fennica, Bd. 11, 1895.

— Das Tierleben im Nurmijärvi-See. Eine faunistisch-biologische Studie. Acta Soc. Fauna Flora fennica, Bd. 17, 1898.

Digitized by Google

Steuer, A., Erster Beitrag zur Kenntnis der Cladoceren- und Copepodenfauna Kärntens. Verhandlg. Zool. bot. Ges. Wien 1897.
— Copepoden und Cladoceren des süssen Wassers aus der Umgebung von Triest. Verhandlg. Zool. Bot. Ges. Wien 1897.
— Die Entomostraken der Plitvicer Seen und des Blata Sees (Kroatien) gesammelt von Dr. R. Sturany (1895). Annalen Naturhist. Hofmuseum Wien, Bd. 13, 1899.
— Das Zooplankton der „alten Donau" bei Wien. Biol. Centralbl., Bd. 20, 1900.
Stingelin, Th., Zwei neue Cladoceren aus dem Gebiet des Grossen St. Bernhard. Verhandlg. Naturf. Ges. Basel. Bd. 11, 1894.
— Ueber die Cladocerenfauna der Umgebung von Basel. Zool. Anz., Bd. 18, 1895.
— Die Cladoceren der Umgebung von Basel. Rev. suisse zool., Bd. 3, 1895.
— Ueber jahreszeitliche, individuelle und lokale Variation bei Crustaceen, nebst einigen Bemerkungen über die Fortpflanzung bei Daphniden und Lynceiden. Forschungsber. biol. Station Plön, 1897.
— Beitrag zur Kenntnis der Süsswasserfauna von Celebes. Revue suisse de Zoologie (im Druck).
Strodtmann, S., Bemerkungen über die Lebensverhältnisse des Süsswasserplankton. Forschungsber. biol. Stat. Plön, Teil 3, 1895.
— Planktonuntersuchungen in holsteinischen und mecklenburgischen Seen. Forschungsber. biol. Stat. Plön, Teil 4, 1896.
Studer, Th., Faune du lac de Champex. Arch. sc. phys. nat. Pér. 3, T. 30, 1893.
Sturm, J., Deutschlands Fauna in Abbildungen nach der Natur. Bd. 8—10, Käfer.
Surbeck, G., Die Molluskenfauna des Vierwaldstättersees. Revue suisse de Zoologie, Bd. 6, 1899.
Suter, H., Notizen über die Tiefseemolluskenfauna einiger schweizerischer Seen. Zool. Anz., Bd. 3, 1880.
— Beiträge zur schweizerischen Molluskenfauna. Malakozool. Blätter, N. F., Bd. 11, 1891.
— Verzeichnis der Mollusken Zürichs und Umgebung. Revue suisse Zool., T. 5, 1898.
Švec, F., Beiträge zur Kenntnis der Infusorien Böhmens. Bull. internat. Acad. sc. Bohême, 1897.
Tarnutzer, Ch., Der geologische Bau des Rhätikongebirges. Jahresber. Naturf. Ges. Graubünden. N. F.. Bd. 35, 1890/91.
Ternetz, C., Rotatorien der Umgebung Basels. Basel 1892.
Theobald, G., Beiträge zur geologischen Karte der Schweiz. Geologische Beschreibung der nordöstlichen Gebirge von Graubünden.
— Geologische Beschreibung der Sulzfluh. Sulzfluh-Exkursion der Sektion Rhaetia des S. A. C.
Thomas, F., Ein neuer, durch *Euglena sanguinea* erzeugter, kleiner Blutsee in der baumlosen Region der Bündner Alpen. Mittlg. Thüring. Bot. Ver. N. F., Heft 10, 1897.
Thon, K., Ueber ein neues Hydrachnidengenus aus Böhmen. Bull. internat. Acad. des Sciences Bohême 1899.
— Ein neues Hydrachnidengenus aus Böhmen, nebst Bemerkungen über böhmische Hydriphantesformen. Zool. Anz., Bd. 22, 1899.
Thoulet, J., L'étude des lacs en Suisse. Rapport sur une mission du ministre de l'instruction publique. Arch. miss. scient. litt. 1890.
Ulrich, A., Beiträge zur Molluskenfauna der Kantone Appenzell und St. Gallen. Jahresber. St. Galler naturw. Ges., 1892—1893.
Vángel, E., Daten zur Bryozoenfauna Ungarns. Zool. Anz., Bd. 17, 1894.
— Moostiere. Resultate der wissenschaftlichen Erforschung des Balatonsees. Bd. 2, 1897.
Vávra, V., Kritisches Verzeichnis der Ostracoden Böhmens. Sitzungsber. k. böhm. Ges. Wiss., März 1891.
— Monographie der Ostracoden Böhmens. Arch. naturwiss. Landesdurchforschung Böhmens, Bd. 8, 1891.
— Ein Beitrag zur Kenntnis der Verbreitung der Süsswasserfauna von Bulgarien. Sitzungsber. k. böhm. Ges. Wiss. (Math. Naturw. Klasse) 1893.
— Die von Dr. F. Stuhlmann gesammelten Süsswasserostracoden Zanzibars. Jahrb. Hamburg. wiss. Anstalten, Bd. 12, 1895.

Digitized by Google

Vávra, V., Süsswasser-Ostracoden. Hamburger Magelhaensische Sammelreise. Hamburg 1898.
Vejdovsky, F., Tierische Organismen der Brunnenwässer von Prag. 1882.
— Zur vergleichenden Anatomie der Turbellarien. Zeitschr. wiss. Zool., Bd. 60, 1895.
Vernet, J., Observations anatomiques et physiologiques sur le genre *Cyclops*. Genève 1871.
Villot, A., Monographie des dragonneaux. Arch. zool. expériment., T. 3, 1874.
Voeltzkow, A., Vorläufiger Bericht über die Ergebnisse einer Untersuchung der Süsswasserfauna Madagaskars. Zool. Anz., Bd. 14, 1891.
Vogt, C., Beiträge zur Naturgeschichte der schweizerischen Crustaceen. Neue Denkschr. allg. schweiz. Ges. gesamt. Naturw., Bd. 7, 1845.
Voigt, W., Vorkommen von *Planaria alpina* in der Nähe von Bonn. Verhdlg. Naturhist. Ver. preuss. Rheinlande, Jahrg. 48, 1891.
— Die Fortpflanzung von *Planaria alpina*. Zool. Anz., Bd. 15, 1892.
— *Planaria gonocephala* als Eindringling in das Verbreitungsgebiet von *Planaria alpina* und *Polycelis cornuta*. Zool. Jahrb., Abtlg. Syst. Geogr. Biol., Bd. 8.
— Verbreitg. von *Planaria alpina* u. *P. gonocephala*. Sitzungsber. Niederrhein. Ges. Natur-Heilkde., Bonn 1892.
— Die ungeschlechtliche Fortpflanzung der Turbellarien. Biol. Centralbl., Bd. 14, 1894.
— Ueber Tiere, die sich vermutlich aus der Eiszeit her in unseren Bächen erhalten haben. Verhdlg. Naturhist. Ver. preuss. Rheinlande, Westf., Reg.-Bez. Osnabrück, 52. Jahrg. 1895.
— Die Einwanderung der Planariaden in unsere Gebirgsbäche. Verhdlg. Naturhist. Ver. preuss. Rheinlande, Jahrg. 53, 1896.
Volz, W., L'extension de quelques espèces de *Turbellaria* dans nos ruisseaux. Arch. sc. phys. nat. Octobre-novembre 1899.
Vosseler, J., Die freilebenden Copepoden Württembergs und angrenzender Gegenden. Jahreshefte Ver. vaterländ. Naturk. Württemberg, Jahrg. 22, 1886.
— Die Copepodenfauna der Eifelmaare. Arch. Naturg., Jahrg. 55, Bd. 1, 1889.
— Die Krebsfauna unserer Gewässer. In: Tier- und Pflanzenwelt des Süsswassers 1891.
Wajgiel, L., Grundzüge der zoogeographischen Verhältnisse Galiziens. Jahresber. k. k. 2. Obergymnasium Lemberg f. 1895.
Wanger, C., Der Seesaibling, Rötel. Schweiz. Fischereiztg., Bd. 4, 1899.
Ward, H. B., A biological examination of lake Michigan in the Traverse Bay Region. Bull. Mich. Fish. Commission, Nr. 6, 1896.
— Fish food in Nebraska streams. Stud. Zool. Labor. Univ. Nebraska, 1898.
Weber, E. F., Notes sur quelques Rotateurs des environs de Genève. Arch. Biol. 1888.
— Faune rotatorienne du bassin du Léman. Rev. suisse zool., T. 5, 1898.
Weber, M., Die Süsswassercrustaceen des indischen Archipels. Zoologische Ergebnisse einer Reise in Niederländisch-Ostindien. Bd. 2, 1892.
— Zur Kenntnis der Süsswasser-Fauna von Südafrika. Zool. Jahrb., Abtlg. System. Geogr., Biol. d Tiere. Bd. 10, 1897.
Weismann, A., Das Tierleben im Bodensee. Schrift. Ver. Bodensee u. s. Umg. Heft 7, Lindau 1876.
— Zur Naturgeschichte der Daphniden. I—VIII. Zeitschr. wiss. Zool., Bd. 27—33, 1876—1879.
Weith, W., Chemische Untersuchungen schweizerischer Gewässer mit Rücksicht auf deren Fauna. Internat. Fischereiausstellung Berlin 1880.
Weltner, W., Zur pelagischen Fauna norddeutscher Seen. Zool. Anz., Bd. 9, 1886.
— *Glossiphonia tesselata* O. F. M. aus dem Tegelsee bei Berlin. Sitzungsber. Ges. Naturf. Freunde, Berlin, Mai 1887.
— Die Süsswasserschwämme. Tier- und Pflanzenwelt des Süsswassers 1891.
— Spongillidenstudien III. Katalog und Verbreitung der bekannten Süsswasserschwämme. Arch. Naturg., 1895, Bd. 1.

Digitized by Google

Weltner, W., Die Cladoceren Ost-Afrikas. Deutsch-Ost-Afrika. Bd. 4, Tierwelt. Berlin 1897.
— Zur Cladocerenfauna Afrikas. Zool. Anz., Bd. 12, 1899.
Wesenberg-Lund, C., Biologiske Studier over Ferskvandsbryozoer. Vidensk. Meddel. Naturh. Foren. Kjobenhavn 1896.
— Ueber dänische Rotiferen und über die Fortpflanzungsverhältnisse der Rotiferen. Zool. Anzeiger, Bd. 21, 1898.
Wierzejski, A., Zur Kenntnis der Blepharoceridenentwickelung. Zool. Anz., Bd. 4, 1881.
— Materyjaly de fauny jezior tatrzanskich. Spraw. Komisyi fizyjograficznéj Akademii miej T. 16, 1882.
— O krajowych skorupiakach z rodziny *Calanidae*. T. 16, Rozpraw i Sprawozdan Wydzialu matem. przyr. Akad. Umiej 1887.
— Uebersicht der Crustaceenfauna Galiziens. Anz. Akad. Wiss. Krakau, Juni 1895.
Woodworth, W. Mc. M., Report on the *Turbellaria* collected by the Michigan State Fish Commission during the summers 1893 and 1894. Bull. Mus. Comp. Zoöl. Harvard College, vol. 29, 1896.
— Contribntions to the Morphology of the *Turbellaria*. Bull. Mus. Comp. Zoöl. Harvard College, vol. 31, 1897.
Wrzesniowski, A., Ueber drei nnterirdische Gammariden. Zeitschr. wiss. Zool., vol. 50, 1890.
— Ueber drei unterirdische Amphipoden. Biol. Centralbl., Bd. 10, 1891.
Yung, E., Des variations quantitatives du Plankton dans le lac Léman. Archives des Sciences phys. et naturelles. 4ième Période, T. 8, 1899.
Zacharias, O, Ueber einen *Monotus* des süssen Wassers. Zool. Anz., Bd. 7, 1884.
— Vorläufige Mitteilung über das Ergebnis einer faunistischen Exkursion ins Iser-, Riesen- und Glatzergebirge. Zool. Anz., Bd. 8, 1885.
— Zur Frage der Fortpflanzung durch Querteilung bei Süsswasserplanarien. Zool. Anz., Bd. 8, 1885.
— Das Wassergefässystem bei *Microstoma lineare*. Zool. Anz., Bd. 8, 1885.
— Studien über die Fauna des Grossen und Kleinen Teiches im Riesengebirge. Zeitschr. f. wiss. Zoologie, Bd. 41, 1885.
— Die Ergebnisse einer zweiten zoologischen Exkursion an den grossen und kleinen Koppenteich. Jahresber. Schles. Ges. vaterländ. Knltur, 1885.
— Ergebnisse einer zoologischen Exkursion in das Glatzer-, Iser- und Riesengebirge. Zeitschr. wiss. Zool., Bd. 43, 1886.
— Ueber Fortpflanzung durch spontane Querteilung bei Süsswasserplanarien. Zeitschr. wiss. Zool., Bd. 43, 1886.
— Können die Rotatorien und Tardigraden nach vollkommener Austrocknnng wieder aufleben? Biol. Centralbl., Bd. 6, 1886.
— Zur Kenntnis der pelagischen Fauna norddeutscher Seen. Zool. Anz., Bd. 9, 1886.
— Zur Kenntnis der pelagischen und littoralen Fauna norddeutscher Seen. Zeitschr. wiss. Zool., Bd. 45, 1887.
— Fannistische Studien in westpreussischen Seen. Schriften Naturf. Ges. Danzig, N. F. Bd. 6, 1887.
— Zur geographischen Verbreitung der Hydrachniden. Biol. Centralbl., Bd. 7, 1888.
— Ueber die Verbreitung niederer Wassertiere durch Schwimmvögel. Biol. Centralbl., Bd. 8, 1888.
— Ueber die Verbreitung der Tnrbellarien in Hochseen. Zool. Anz., Bd. 11, 1888.
— Faunistische Untersuchungen in den Maaren der Eifel. Zool. Anz., Bd. 11, 1888.
— Znr Fauna einiger norddeutscher Seen. Biol. Centralbl., Bd. 8, 1889.
— Faunistisches über die Hochseen des Riesengebirges. Humboldt, Jahrg. 9, 1890.
— Zur Kenntnis der niederen Tierwelt des Riesengebirges nebst vergleichenden Ausblicken. Stuttgart 1890.
— Bericht über eine zoologische Exkursion an die Kraterseen der Eifel. Biol. Centralbl., Bd. 9, 1890.
— Ueber ein interessantes Kapitel der Seenkunde. Biol. Centralbl., Bd. 10, 1891.

Digitized by Google

Zacharias, O., Die Fauna des Süsswassers in ihren Beziehungen zu der des Meeres. Tier- und Pflanzenwelt des Süsswassers, 1891.
— Die Strudelwürmer. Tier- und Pflanzenwelt des Süsswassers, 1891.
— Biologische Mittheilungen. Forschungsber. biol. Stat. Plön, Teil 1, 1893.
— Beobachtungen am Plankton des Grossen Plöner Sees. Forschungsber. biol. Stat. Plön, Teil 2, 1894.
— Fortsetzung der Beobachtungen über die Periodicität der Planktonorganismen. Forschungsber. biol. Stat. Plön, Teil 3, 1895.
— Ueber die horizontale und vertikale Verbreitung limnetischer Organismen. Forschungsber. biol. Stat. Plön, Teil 3, 1895.
— Quantitative Untersuchungen über das Limnoplankton. Forschungsber. biol. Stat. Plön, Teil 4, 1896.
— Biologische Untersuchungen an den Koppen- und Kochelteichen. Plön 1897.
— Ueber einige interessante Funde im Plankton sächsischer Fischteiche. Biol. Centralbl., Bd. 18, 1898.
— Untersuchungen über das Plankton der Teichgewässer. Forschungsber. biol. Stat. Plön, Teil 6, 1898.
— Das Potamoplankton. Zool. Anz., Bd. 21, 1898.
— Das Heleoplankton. Zool. Anz., Bd. 21, 1898.
— Ueber die mikroskopische Fauna und Flora eines im Freien stehenden Taufbeckens. Zool. Anz., Bd. 21, 1898.
— Summarischer Bericht über die Ergebnisse meiner Riesengebirgsexkursion von 1896. Forschungsberichte aus der biolog. Station zu Plön, Teil 6, 1898.
— Das Plankton des Arendsees. Biol. Centralbl., Bd. 19, 1899.
— Das Plankton des Arendsees. Forschungsberichte biol. Stat. Plön, Teil 7, 1899.
— Ueber die Verschiedenheit der Zusammensetzung des Winterplanktons in grossen und kleinen Seen. Jahresber. biol. Stat. Plön, Teil 7, 1899.
— Ueber die Ursache der Verschiedenheit des Winterplanktons in grossen und kleinen Seen. Zool. Anz., Bd. 22, 1899.
— Zur Kenntnis des Planktons sächs. Fischteiche. Jahresber. biol. Stat. Plön, Teil 7, 1899.
— Ueber das Ergebnis einer Seenuntersuchung in der Umgebung von Frankfurt a/O.
— Die Planktontierwelt des grossen Plöner Sees. 15. Jahresber. d. Centralfischereivereins f. Schleswig-Holstein.
Zacharias, O. und Lemmermann, E., Ergebnisse einer biol. Exkursion an die Hochseen u. Moorgewässer des Riesengebirges. Forschungsberichte aus der biol. Stat. Plön, Teil 4, 1896.
Zimmer, C., Ueber tierisches Potamoplankton. Biol. Centralbl., Bd. 18, 1898.
Zopf, W., Beiträge zur Physiologie und Morphologie niederer Organismen, aus dem kryptogamischen Laboratorium der Universität Halle. Heft 3, 1893.
Zschokke, F., Faunistische Studien an Gebirgsseen. Verhdlg. Naturf. Ges. Basel. Bd. 9, 1890.
— Beitrag zur Kenntnis der Fauna von Gebirgsseen. Zool. Anz., Bd. 13, 1890.
— Faunistisch-biologische Beobachtungen an Gebirgsseen. Biol. Centralbl., Bd. 10, 1890.
— Die zweite zoologische Exkursion an die Seen des Rhätikon. Verhdlg. Naturf. Ges. Basel, Bd. 9, 1891.
Zschokke, F., Weiterer Beitrag zur Kenntnis der Fauna von Gebirgsseen. Zool. Anz., Bd. 14, 1891.
— Die Fortpflanzungsthätigkeit der Cladoceren der Hochgebirgsseen. Festschrift zum siebenzigsten Geburtstage Rudolf Leuckarts. Leipzig 1892.
— Die Tierwelt der Juraseen. Revue suisse de Zoologie, Bd. 2, 1894.
— Die Fauna hochgelegener Gebirgsseen. Ein Beitrag zur Kenntnis der vertikalen Verbreitung niederer Tiere. Verhdlg. Naturf. Ges. Basel, Bd. 11, 1894.
Zykoff, W., Zur Turbellarienfauna der Umgegend von Moskau. Zool. Anz., Bd. 15, 1892.

Digitized by Google

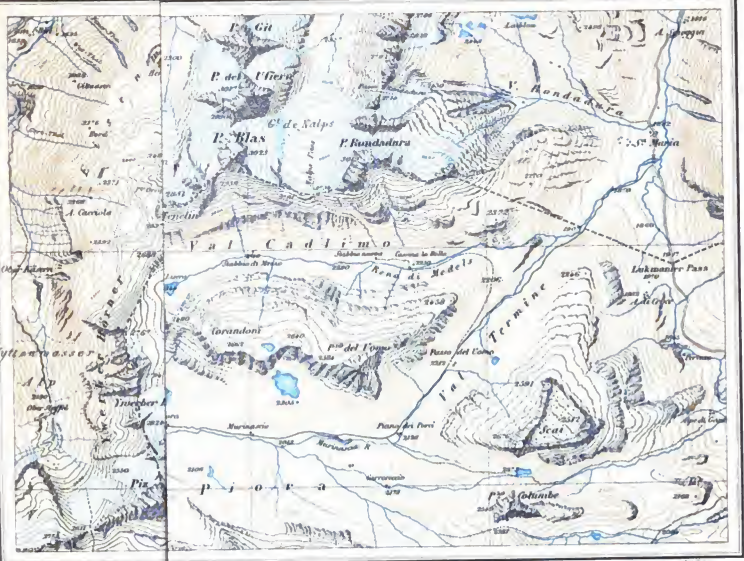


Digitized by Google


Digitized by Google

Beilage zu : F. Z[illegible]

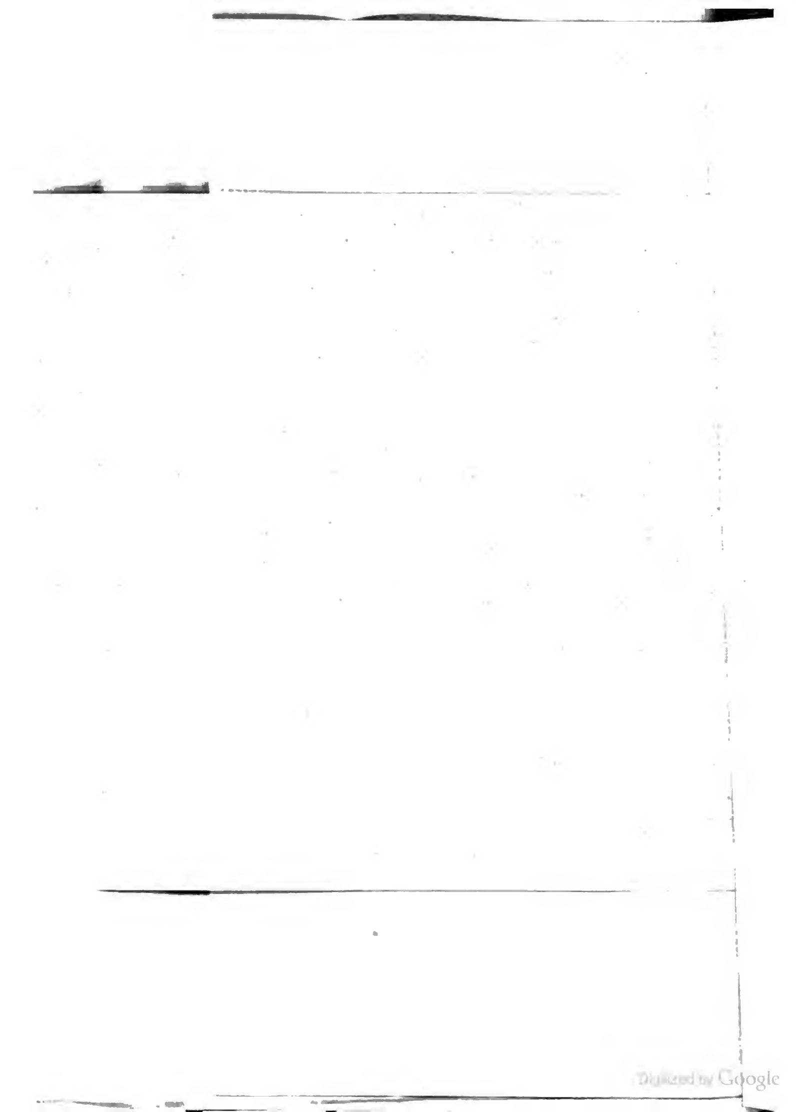
Neue Denkschriften der S. N. G. Bd. XXXVII.



Eidg. topogr. Bureau Reprod[illegible]

Ueberdruck 1900.

Digitized by G


Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google



Digitized by Google

Blick nach Süden.

Blick nach Norden mit Hospiz.

See auf der Passhöhe des St. Bernhard, 2445 m.

Digitized by Google



Lac de Champex, Wallis, 1460 m.



See beim Grimselhospiz, 1874 m.

Digitized by Google

See und Hospiz auf der Passhöhe des St. Gotthard, 2114 m.

Gabietsee am Monte Rosa, 2300 m.

Digitized by Google



Blick nach Süden.

Westufer mit Douglashütte.

Lünersee an der Scesaplana, 1943 m.

Digitized by Google



Blick nach Norden.

2. Juni 1900, im Eis.

Lünersee an der Scesaplana, 1943 m.

Digitized by Google



Blick nach Norden.



Blick nach Süden.

Tilisunasee im Rhätikon, 2102 m.

Digitized by Google



Tilisunasee im Rhätikon, 2102 m.

Gafiensee im Rhätikon, 2313 m.

Digitized by Google



Blick nach Norden.



Blick nach Süden.

Partnunsee im Rhätikon, 1874 m.

Digitized by Google









Digitized by Google



Digitized by Google

